

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

In re application of

:

Keiichi SENDA et al.

:

Serial No. NEW

:

Attn: Application Branch

Filed November 19, 2001

:

Attorney Docket No. 2001_1715A

POLYGON RENDERING DEVICE



CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2000-357931, filed November 24, 2000, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Keiichi SENDA et al.

By 

Charles R. Watts

Registration No. 33,142

Attorney for Applicants

CRW/jmj
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
November 19, 2001

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-357931

出 願 人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

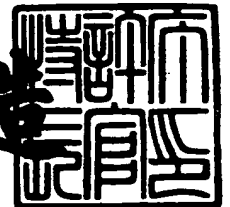


Best Available Copy

2001年 8月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3075472

【書類名】	特許願
【整理番号】	2022520417
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G08G 1/0969 G01C 21/00 G09B 29/00
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 会社内
【氏名】	仙田 圭一
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 会社内
【氏名】	浅原 重夫
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 会社内
【氏名】	西村 健二
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 会社内
【氏名】	荒木 均
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式 会社内
【氏名】	湯田 正人
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098291

【弁理士】

【氏名又は名称】 小笠原 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035367

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9405386

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 描画装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多角形を描画するための装置であって、

描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した 1 つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割部と、

描画処理を行って、前記多角形分割部により作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画部とを備え、

各前記部分多角形は、前記描画対象の多角形の 1 つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、

各前記部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも 1 つの辺を共有する、描画装置。

【請求項 2】 前記多角形データは、前記描画対象の多角形を特定するための座標を含んでおり、

前記多角形データに不要点除去処理を行って、不要な座標が除去された多角形データを作成する不要点除去部をさらに備え、

前記多角形分割部は、不要点除去部により処理された多角形データに基づいて、前記部分多角形データを作成する、請求項 1 に記載の描画装置。

【請求項 3】 前記多角形データが凹多角形を特定しているか否かを判定する凹多角形判定部をさらに備え、

前記多角形分割部は、前記凹多角形判定部により凹多角形を特定すると判定された多角形データに基づいて、前記部分多角形データを作成する、請求項 1 に記載の描画装置。

【請求項 4】 前記部分多角形描画部は、前記多角形分割部により作成された部分多角形データに基づいて、透視投影変換処理を行って、予め定められた視点から前記描画対象の多角形を見たときの画像を表す画像データを作成する、請求項 1 に記載の描画装置。

【請求項 5】 前記多角形データには、前記描画対象の多角形が有する n 個の各頂点座標 $P_1 \sim P_n$ が、当該多角形を一筆書き可能な方向である順方向に沿って並んでおり、

前記多角形分割部は、

前記多角形データの頂点座標 $P_1 \sim P_n$ の 1 つを、基準頂点 P_b ($b = 1, 2, \dots, n$) として選択し、さらに、前記順方向に沿って当該基準頂点 P_b の隣に位置する頂点 P_c および $P_{(c+1)}$ を選択し、ここで、当該頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\triangle P_b P_c P_{(c+1)}$ の内部には、前記描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_i ($i = 1, 2, \dots, n$ かつ $i \neq b, i \neq c, i \neq c+1$) はなく、しかも、当該頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\angle P_b P_c P_{(c+1)}$ は凸であり、

その後、前記基準頂点 P_b および前記頂点 $P_{(c+1)}$ に加えて、前記順方向に沿って当該頂点 $P_{(c+1)}$ の隣に位置する頂点 $P_{(c+2)}$ を選択し、ここで、当該頂点 P_b 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる $\triangle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ の内部には、前記描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_j ($j = 1, 2, \dots, n$ かつ $j \neq b, j \neq c, j \neq c+1, j \neq c+2$) はなく、しかも、当該頂点 P_b 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる $\angle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ は凸であり、

少なくとも、前記基準頂点 P_b ならびに頂点 P_c 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる部分多角形を特定する部分多角形データを作成する、請求項 1 に記載の描画装置。

【請求項 6】 前記多角形分割部は、

自身が選択した頂点 $P_{(c+2)}$ が、前記 $\triangle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ の内部に前記他の頂点 P_j がなく、かつ前記 $\angle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ が凸であるという条件を満たす場合には、さらに、前記頂点 $P_{(c+2)}$ を頂点 $P_{(c+1)}$ に設定し、

前記基準頂点 P_b および、新たに設定された頂点 $P_{(c+1)}$ に加えて、当該頂点 $P_{(c+1)}$ の隣に位置する頂点 $P_{(c+2)}$ を新たに選択するという動作を、前記条件を満たさなくなるまで続け、

前記基準頂点 P_b 、前記頂点 P_c および $P_{(c+1)}$ ならびに、少なくとも 1 つの頂点 $P_{(c+2)}$ からなる部分多角形を特定する部分多角形データを作成する、請

求項5に記載の描画装置。

【請求項7】 多角形を描画するための方法であって、

描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した1つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割ステップと、

描画処理を行って、前記多角形分割ステップで作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画ステップとを備え、

各前記部分多角形は、前記描画対象の多角形の1つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、

各前記部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも1つの辺を共有する、描画方法。

【請求項8】 前記多角形データには、前記描画対象の多角形が有する n 個の各頂点座標 $P_1 \sim P_n$ が、当該多角形を一筆書き可能な方向である順方向に沿って並んでおり、

前記多角形分割ステップは、前記多角形データの頂点座標 $P_1 \sim P_n$ の1つを、基準頂点 P_b ($b = 1, 2, \dots, n$)として選択し、さらに、前記順方向に沿って当該基準頂点 P_b の隣に位置する頂点 P_c および $P_{(c+1)}$ を選択する第1の選択ステップを含み、

ここで、前記頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\triangle P_b P_c P_{(c+1)}$ の内部には、前記描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_i ($i = 1, 2, \dots, n$ かつ $i \neq b, i \neq c, i \neq c+1$)はなく、さらに、当該頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\angle P_b P_c P_{(c+1)}$ は凸であり、

前記多角形分割ステップは、前記第1の選択ステップの後、前記基準頂点 P_b および前記頂点 $P_{(c+1)}$ に加えて、前記順方向に沿って当該頂点 $P_{(c+1)}$ の隣に位置する頂点 $P_{(c+2)}$ を選択する第2の選択ステップをさらに含み、

ここで、前記頂点 P_b 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる $\triangle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ の内部には、前記描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_j ($j = 1, 2, \dots, n$ かつ $j \neq b, j \neq c, j \neq c+1, j \neq c+2$)はなく、し

かも、当該頂点 P_b 、 $P(c+1)$ および $P(c+2)$ からなる $\angle P_b P(c+1)(c+2)$ は凸であり、

前記多角形分割ステップにおいては、前記第 1 の選択ステップで選択された前記頂点 P_b 、 P_c および $P(c+1)$ と、前記第 2 の選択ステップで選択された前記頂点 $P(c+2)$ とで少なくとも構成される部分多角形を特定する部分多角形データが作成される、請求項 7 に記載の描画方法。

【請求項 9】 前記多角形分割ステップはさらに、前記第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ が、前記 $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ の内部に前記他の頂点 P_j がなく、かつ前記 $\angle P_b P(c+1)(b+2)$ が凸であるという条件を満たす場合に、前記頂点 $P(c+2)$ を頂点 $P(c+1)$ に設定する設定ステップをさらに含み、

前記第 2 の選択ステップにおいては、前記第 1 の選択ステップで選択された前記基準頂点 P_b および、前記設定ステップにおいて設定された前記頂点 $P(c+1)$ に加えて、当該頂点 $P(c+1)$ の隣に位置する頂点 $P(c+2)$ を新たに選択するという動作が、前記条件を満たさなくなるまで続けられ、

前記多角形分割ステップにおいては、前記第 1 のステップで選択された前記基準頂点 P_b 、前記頂点 P_c および $P(c+1)$ と、前記第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ からなる部分多角形を特定する部分多角形データが作成される、請求項 8 に記載の描画方法。

【請求項 10】 多角形を描画するためのプログラムを記録した記録媒体であって、

描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した 1 つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割ステップと、

描画処理を行って、前記多角形分割ステップで作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画ステップとを含み、

各前記部分多角形は、前記描画対象の多角形の 1 つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、

各前記部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形

のいずれかと少なくとも1つの辺を共有する、プログラムを記録した記録媒体。

【請求項11】 前記多角形データには、前記描画対象の多角形が有する n 個の各頂点座標 $P_1 \sim P_n$ が、当該多角形を一筆書き可能な方向である順方向に沿って並んでおり、

前記多角形分割ステップは、前記多角形データの頂点座標 $P_1 \sim P_n$ の1つを、基準頂点 P_b ($b = 1, 2, \dots, n$) として選択し、さらに、前記順方向に沿って当該基準頂点 P_b の隣に位置する頂点 P_c および $P_{(c+1)}$ を選択する第1の選択ステップを含み、

ここで、前記頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\triangle P_b P_c P_{(c+1)}$ の内部には、前記描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_i ($i = 1, 2, \dots, n$ かつ $i \neq b, i \neq c, i \neq c+1$) はなく、しかも、当該頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\angle P_b P_c P_{(c+1)}$ は凸であり、

前記多角形分割ステップは、前記第1の選択ステップの後、前記基準頂点 P_b および前記頂点 $P_{(c+1)}$ に加えて、前記順方向に沿って当該頂点 $P_{(c+1)}$ の隣に位置する頂点 $P_{(c+2)}$ を選択する第2の選択ステップをさらに含み、

ここで、前記頂点 P_b 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる $\triangle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ の内部には、前記描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_j ($j = 1, 2, \dots, n$ かつ $j \neq b, j \neq c, j \neq c+1, j \neq c+2$) はなく、しかも、当該頂点 P_b 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる $\angle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ は凸であり、

前記多角形分割ステップにおいては、前記第1の選択ステップで選択された前記頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ と、前記第2の選択ステップで選択された前記頂点 $P_{(c+2)}$ とで少なくとも構成される部分多角形を特定する部分多角形データが作成される、請求項10に記載のプログラムを記録した記録媒体。

【請求項12】 前記多角形分割ステップはさらに、前記第2の選択ステップで選択された頂点 $P_{(c+2)}$ が、前記 $\triangle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ の内部に前記他の頂点 P_j がなく、かつ前記 $\angle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ が凸であるという条件を満たす場合に、前記頂点 $P_{(c+2)}$ を頂点 $P_{(c+1)}$ に設定する設定ステップをさらに含み

前記第 2 のステップにおいては、前記第 1 の選択ステップで選択された前記基準頂点 P_b および、前記設定ステップにおいて設定された前記頂点 P (c+1) に加えて、当該頂点 P (c+1) の隣に位置する頂点 P (c+2) を新たに選択するという動作が、前記条件を満たさなくなるまで続けられ、

前記多角形分割ステップにおいては、前記第 1 のステップで選択された前記基準頂点 P_b、前記頂点 P_c および P (c+1) と、前記第 2 の選択ステップで選択された頂点 P (c+2) からなる部分多角形を特定する部分多角形データが作成される、請求項 1 1 に記載のプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 1 3】 多角形を描画するためのプログラムであって、

描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した 1 つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割ステップと、

描画処理を行って、前記多角形分割ステップで作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画ステップとを含み、

各前記部分多角形は、前記描画対象の多角形の 1 つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、

各前記部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも 1 つの辺を共有する、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、描画装置に関し、より特定的には、描画処理、つまり、表示装置が表示すべき多角形を表す画像データを作成する描画装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

上記のような描画装置は、従来より多数の文献で開示されている。図 1 1 は、従来の描画装置 C Urend の基本的な構成を示すブロック図である。図 1 1 の描画装置 C Urend は、多角形データ記憶部 7 0 1 と、凹多角形判定部 7 0 2 と、第 1

の三角形分割部703と、第2の三角形分割部704と、三角形描画部705と、表示部706とを備える。

【0003】

以下、描画装置CUrendの動作について説明する。多角形データ記憶部701には、いくつかの多角形データDpolyが格納されている。1つの多角形データDpolyは、描画対象となる1つの多角形Pが有する n 個（ n は3以上の自然数）の頂点座標 $P1 \sim Pn$ を少なくとも含む。ここで、頂点座標 $P1 \sim Pn$ は、2次元座標または3次元座標の値で示される。ただし、3次元座標の場合には、すべての頂点座標 $P1 \sim Pn$ は、同一平面に含まれる必要がある。また、多角形データDpolyは、頂点座標 $P1 \sim Pn$ 以外にも、様々な付随情報を含む場合もある。付随情報については、以下の説明において適時説明する。

【0004】

凹多角形判定部702は、多角形データ記憶部701から多角形データDpolyを受け取って、それに含まれる頂点座標 $P1 \sim Pn$ が3次元座標で表されている場合には、予め定められた二次元平面（以下の説明では xy 平面） Ft 上への相似変換処理を行う。

【0005】

今、多角形データDpolyは、多角形Pの頂点座標 $P1(x1, y1, z1)$, $P2(x2, y2, z2)$, ..., $Pn(xn, yn, zn)$ を含むとする。凹多角形判定部702は、相似変換処理において、まず、多角形Pに対する法線ベクトル N を求める。凹多角形判定部702は、法線ベクトル N が z 軸に平行であれば、すべての頂点座標 $P1 \sim Pn$ の z 成分のみを0に置換して、多角形Pを xy 平面 Ft に正投影した時の各座標 $Q1(x1, y1, 0) \sim Qn(xn, yn, 0)$ を導出する。

【0006】

一方、法線ベクトル N が z 軸に平行でない場合の相似変換処理については、図12を参照して説明する。かかる場合、凹多角形判定部702は、図12に示す交線 L および角度 α を求める。ここで、交線 L は、 xy 平面 Ft と、多角形Pを含む平面 Fp とが交わる線である。また、角度 α は、 xy 平面 Ft および平面 F

p とがなす角の値である。交線 L および角度 α を求めた後、凹多角形判定部 702 は、平面 F_p 上の各頂点座標 $P_1 (x_1, y_1, z_1) \sim P_n (x_n, y_n, z_n)$ を、直線 L を回転中心として、角度 α だけ回転させることにより、座標 $Q'_1 (x'_1, y'_1, 0) \sim Q'_n (x'_n, y'_n, 0)$ を導出する。

【0007】

以上から分かるように、多角形 Q は、頂点座標 $Q_1 (x_1, y_1, 0) \sim Q_n (x_n, y_n, 0)$ を頂点座標とする多角形、または頂点座標 $Q'_1 (x'_1, y'_1, 0) \sim Q'_n (x'_n, y'_n, 0)$ を頂点座標とする。ただし、以下には、頂点座標 $Q'_1 \sim Q'_n$ から構成される多角形 Q に対する処理のみを説明し、頂点座標 $Q_1 \sim Q_n$ からなるものについては、頂点座標 $Q'_1 \sim Q'_n$ と同様であるため、その説明を省略する。

【0008】

凹多角形判定部 702 は、凹凸判定処理を行って、多角形 Q が凹多角形か否かを判定する。図 13 は、上記凹凸判定処理の一例を説明するための図である。なお、上記相似変換処理では $n=6$ の場合を説明したが、凹凸判定処理では、便宜上、 $n=4$ の場合について説明する。

【0009】

凹凸判定処理において、凹多角形判定部 702 は、まず、多角形 Q についてのすべての辺を表す三次元辺ベクトル $V_1 (a_1, b_1, c_1) \sim V_n (a_n, b_n, c_n)$ を求める。各三次元辺ベクトル $V_1 \sim V_n$ において、 z 方向成分 $c_1 \sim c_n$ は 0 である。また、三次元辺ベクトル V_1 は頂点座標 Q'_1 および Q'_2 とから求められ、 (a_1, b_1, c_1) は $(x'_2 - x'_1, y'_2 - y'_1, 0)$ に等しい。以降同様に、 $2 \leq i \leq n-1$ の場合、三次元辺ベクトル V_i は頂点座標 Q'_i および $Q'_{(i+1)}$ とから求められ、 (a_i, b_i, c_i) は $(x'_{(i+1)} - x'_i, y'_{(i+1)} - y'_i, 0)$ に等しい。また、 $i=n$ の場合、三次元辺ベクトル V_n は、頂点座標 Q'_n と Q'_1 とから求められ、 (a_n, b_n, c_n) は $(x'_1 - x'_n, y'_1 - y'_n, 0)$ に等しい。

【0010】

全三次元辺ベクトル $V_1 \sim V_n$ を求めた後、凹多角形判定部 702 は、多角形

Qにおいて互いに交わる2辺の外積ベクトル $V_1 \times V_2$, $V_2 \times V_3$, ..., $V_{(n-1)} \times V_n$, $V_n \times V_1$ を順番に算出する。その後、凹多角形判定部702は、算出された外積ベクトル $V_1 \times V_2$, $V_2 \times V_3$, ..., $V_{(n-1)} \times V_n$, $V_n \times V_1$ のz方向成分が同符号または0であれば、多角形Qが凸多角形であり、同符号または0でなければ凹多角形と判定する。

【0011】

多角形Pは多角形Qの基礎であるから、凹多角形判定部702は、多角形Qが凸多角形であれば、多角形Pも凸多角形であると判定し、多角形データ記憶部701から受け取った多角形データDpolyを、第1の三角形分割部703に渡す。一方、凹多角形判定部702は、多角形Pが凹多角形であると判定した場合には、多角形データDpolyを第2の三角形分割部704に渡す。

【0012】

なお、多角形データDpolyが、付随情報として、多角形Pの凹凸属性を示す情報を含んでいる場合には、凹多角形判定部702は、以上の外積を用いた凹凸判定処理ではなく、当該凹凸属性に従って多角形Q（つまり多角形P）が凹多角形であるか否かを判定する。

【0013】

第1の三角形分割部703は、受け取った多角形データDpolyに、第1の三角形分割処理を行って、凸多角形Pを複数の独立した三角形で表現する。第1の三角形分割処理において、まず、第1の三角形分割部703は、受け取った多角形データDpolyから、頂点座標P1、P2およびP3を選択し、これら3つの頂点座標P1、P2およびP3からなる三角形データDtri1を作成する。これによって、概念的には、凸多角形Pは、頂点座標P1、P2およびP3からなる三角形 $\Delta P_1 P_2 P_3$ に分割される。

【0014】

次に、第1の三角形分割部703は、3つの頂点座標P1、P3およびP4を選択して、これら頂点座標P1、P3およびP4からなる三角形データDtri2を作成する。以降同様に、 $3 \leq i \leq n-2$ の場合、第1の三角形分割部703は、頂点座標P1、P(i+1)およびP(i+2)を選択して、これら頂点座標P1、P(i

+1) および $P(i+2)$ からなる三角形データ $Dtri3 \sim Dtri(n-2)$ を作成する。これによって、概念的には、凸多角形 P は、 $(n-2)$ 個の三角形に分割される。第1の三角形分割部703は、作成した $(n-2)$ 個の三角形データ $Dtri1 \sim Dtri(n-2)$ を三角形描画部705に渡す。また、第1の三角形分割部703は、受け取った多角形データ $Dpoly$ に付随情報が含まれる場合には、それも三角形描画部705に渡す。

【0015】

また、第2の三角形分割部704は、受け取った多角形データ $Dpoly$ を保持し、当該多角形データ $Dpoly$ に対して、図14に手順を示す第2の三角形分割処理を行って、凹多角形 P を複数の独立した三角形で表現する。図14において、第2の三角形分割部704は、凹多角形 P の各頂点が凹頂点か凸頂点かを調べた後に、凹頂点の数 Nc を計数する（ステップS1001）。ここで、凹頂点とは、凹多角形 P において、 180° を超える内角を持つ頂点を意味する。また、凸頂点とは、凹多角形 P において、 180° 未満の内角を持つ頂点を意味する。

【0016】

ステップS1001をより具体的に説明すると、凹多角形判定部702の凹凸判定処理と同様の処理がまず行われる。つまり、第2の三角形分割部704は、凹多角形 P の各頂点 P_i ($i = 1, 2, \dots, n$) につながる両辺を表すベクトル同士の外積を算出し、算出した外積の z 成分の符号を基礎として、対象となる頂点 P_i の凹凸を判定する。なお、外積の z 成分が0である頂点 P_i に関しては、凹頂点と判定してもよいし、凸頂点と判定してもよい。

【0017】

ステップS1001において、さらに、第2の三角形分割部704は、凹凸の判定結果を基に、凹多角形 P に含まれる凹頂点の個数 Nc を計数し、その後、ステップS1002に進む。なお、以下では、本ステップで凹頂点と判定された頂点 P_i を凹頂点 CP_i と記し、そうでないものを凸頂点 VP_i と記す。

【0018】

第2の三角形分割部704は、個数 Nc が0でなければ（ステップS1002）、凸頂点 VP_i の内の1つを、基準頂点 Pb を1つ選択する（ステップS10

03)。次に、第2の三角形分割部704は、頂点座標 $P_1 \sim P_n$ の中から、基準頂点 P_b の両隣に位置する頂点座標 P_k および P_j ($k=1, 2, \dots, n$ 、 $j=1, 2, \dots, n$ 、 $k \neq j$)を選択する。これによって、第2の三角形分割部704は、基準頂点 P_b 、頂点 P_k および頂点 P_j からなる部分三角形 $\triangle P_b P_k P_j$ を形成する(ステップS1004)。

【0019】

次に、第2の三角形分割部704は、部分三角形 $\triangle P_b P_k P_j$ の内部に、頂点 P_b 、 P_k および P_j を除く他の頂点 $P_1 \sim P_n$ が含まれるか否かを判定する(ステップS1005)。

第2の三角形分割部704は、他の頂点 $P_1 \sim P_n$ が含まれると判定した場合、三角形描画部705が正しい多角形 P を表示可能な画像データ D_{image} を作成できないとみなす。つまり、ステップS1004で形成した部分三角形 $\triangle P_b P_k P_j$ は、正しい多角形 P の描画に不適格であると判断して、第2の三角形分割部704はステップS1003に戻る。そして、第2の三角形分割部704は、未選択の凸頂点 V_{P_i} を基準頂点 P_b として選択し(ステップS1003)、その後、ステップS1004およびS1005を実行する。

【0020】

一方、第2の三角形分割部704は、ステップS1005において、他の頂点 $P_1 \sim P_n$ が含まれていないと判定した場合、ステップS1004で形成した部分三角形 $\triangle P_b P_k P_j$ は、正しい多角形 P を描画できるとして、ステップS1006に進む。そして、第2の三角形分割部704は、部分三角形 $\triangle P_b P_k P_j$ の頂点座標 P_b 、 P_k 、および P_j からなる三角形データ D_{tri} を作成し、保持する(ステップS1006)。

【0021】

次に、第2の三角形分割部704は、現在保持する多角形データ D_{poly} から、多角形データ D_{poly}' を作成できるか否かを判断する(ステップS1007)。より具体的には、第2の三角形分割部704は、多角形データ D_{poly} の中から、ステップS1003で選択した基準頂点座標 P_b を除去する。基準頂点座標 P_b を除去した結果、残りの頂点の数が0個の場合には、多角形データ D_{poly}' の作

成が不可能と判断して、ステップ S 1 0 1 0 に進む。そして、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、ステップ S 1 0 0 6 で作成した少なくとも 1 つの三角形データ D_{tri} を三角形描画部 7 0 5 に渡す。また、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、最初に受け取った多角形データ D_{poly} に付随情報が含まれる場合には、それも三角形描画部 7 0 5 に渡す。

【 0 0 2 2 】

一方、基準頂点座標 P_b を除去した結果、残りの頂点の数が 0 個でない場合には、多角形データ D_{poly}' の作成が可能と判断して、ステップ S 1 0 0 8 に進む。そして、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、多角形データ D_{poly}' を作成する。したがって、多角形データ D_{poly}' が表す多角形 P' は、多角形 P の内、基準頂点 P_b を除いた各頂点 $P_1 \sim P_n$ から形成される。

【 0 0 2 3 】

次に、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、作成した多角形データ D_{poly}' を多角形データ D_{poly} として設定し（ステップ S 1 0 0 8）、その後、ステップ S 1 0 0 1 に戻る。したがって、今回、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、上述の多角形 P' が有する凹頂点 C_{Pi} の個数 N_c を計数する（ステップ S 1 0 0 1）。その後、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、個数 N_c が 0 か否かを判定し、0 でなければ、新しく設定された多角形データ D_{poly} に対して上述したステップ S 1 0 0 3 ～ S 1 0 0 8 を行う。

【 0 0 2 4 】

一方、個数 N_c が 0 であれば、多角形 P' は凸多角形となり、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、当該多角形 P' に対して第 1 の三角形分割処理を行う（ステップ S 1 0 0 9）。その結果、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、多角形 P' の頂点数を N_v とした場合には、 $(N_v - 2)$ 個の三角形データ $D_{tri1} \sim D_{tri(N_v-2)}$ を作成する。

【 0 0 2 5 】

次に、第 2 の三角形分割部 7 0 4 は、ステップ S 1 0 0 6 で作成した少なくとも 1 つの三角形データ D_{tri} と、ステップ S 1 0 0 9 で作成した $(N_v - 2)$ 個の三角形データ $D_{tri1} \sim D_{tri(N_v-2)}$ とを、三角形描画部 7 0 5 に渡す（ステッ

プS1010)。また、第2の三角形分割部704は、最初に受け取った多角形データDpolyに付随情報が含まれる場合には、それも三角形描画部705に渡す。

【0026】

三角形描画部705には、第1の三角形分割部703または第2の三角形分割部704から、いくつかの三角形データDtriを受け取る。また、三角形描画部705は、多角形データDpolyの付随情報を受け取る場合もある。三角形描画部705は、受け取った1つ三角形データDtriを構成する3つの頂点座標Pr ($r=1, 2, \dots, n$)、Ps ($s=1, 2, \dots, n$) およびPt ($t=1, 2, \dots, n$ 、ただし、 $r \neq s \neq t$) で囲まれる領域を、付随情報の一部としての色情報に従って塗りつぶす。その後、三角形描画部705は、残りの三角形データDtriから1つの選択しては、選択した三角形データDtriを構成する3つの頂点座標Pr、Ps およびPt で囲まれる領域を塗りつぶすという描画処理を、すべての三角形データDtriを選択するまで繰り返す。その結果、三角形描画部705の内部メモリには、多角形Pを表す画像データDimageが作成され、表示部706は、作成された画像データDimageに従って表示処理を行って、自身の画面上に多角形Pを表示する。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、従来の描画装置CUrendでは、三角形描画部705が三角形単位で描画処理を行うために、多角形データDpolyから、いくつかの三角形データDtriが作成される。しかしながら、描画対象の多角形Pの頂点数が多くなればなるほど、作成される三角形データDtriの数が多くなりため、三角形描画部705における描画処理に時間がかかるという問題点があった。

【0028】

特に、描画対象が凹多角形Pの場合、第2の三角形分割処理(図14参照)が必要となり、第1の三角形分割処理のように簡単には三角形に分割することができないので、従来の描画装置CUrendは、凹多角形Pの描画までにかなりの時間を要していた。

【 0 0 2 9 】

それ故に、本発明の目的は、多角形を高速に描画することができる描画装置を提供することである。

【 0 0 3 0 】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第 1 の発明は、多角形を描画するための装置であって、描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した 1 つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割部と、描画処理を行って、多角形分割部により作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画部とを備える。

【 0 0 3 1 】

さらに、第 1 の発明において、各部分多角形は、描画対象の多角形の 1 つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、各部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも 1 つの辺を共有する。

【 0 0 3 2 】

上記第 1 の発明では、上記のような部分多角形単位で、部分多角形描画部は描画処理を行う。そのため、従来の三角形単位で行われる描画処理と比較して、部分多角形描画部が処理するデータ量が少なくなる。これによって、描画対象の多角形を従来よりも高速に描画することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

第 2 の発明は、第 1 の発明に従属しており、多角形データは、描画対象の多角形を特定するための座標を含んでおり、描画装置は、多角形データに不要点除去処理を行って、不要な座標が除去された多角形データを作成する不要点除去部をさらに備え、多角形分割部は、不要点除去部により処理された多角形データに基づいて、部分多角形データを作成する。

【 0 0 3 4 】

上記第 2 の発明では、不要点除去部は、不要な座標を除去した多角形データを作成する。したがって、多角形分割部は、必要最小限の座標のみを含む多角形データから部分多角形データを作成する。その結果、多角形分割部および部分多角

形描画部が処理するデータ量が少なくなり、描画対象の多角形をさらに高速に描画することが可能となる。

【 0 0 3 5 】

第 3 の発明は、第 1 の発明に従属しており、描画装置は、多角形データが凹多角形を特定しているか否かを判定する凹多角形判定部をさらに備え、多角形分割部は、凹多角形判定部により凹多角形を特定すると判定された多角形データに基づいて、部分多角形データを作成する。

【 0 0 3 6 】

凹多角形を三角形に分割するのは、従来技術の欄でも述べたように、複雑な処理が必要となり、さらに、凹多角形の頂点数が多くなればなるほど、多くの三角形データができてしまう。そこで、上記第 3 の発明では、このような凹多角形を特定する多角形データから、相対的にデータ量の少ない部分多角形データが作成される。このように、第 3 の発明によれば、凹多角形の描画に適した描画装置を提供することができる。

【 0 0 3 7 】

さらに、第 3 の発明によれば、付加的な効果として、凹多角形判定部により凹多角形ではないと判定された多角形データに対しては、単純な第 1 の三角形分割（従来技術の欄を参照）を適用することも可能になる。その結果、多角形の凹凸に応じて、最適な処理を行うことができる描画装置を実現することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

第 4 の発明は、第 1 の発明に従属しており、部分多角形描画部は、多角形分割部により作成された部分多角形データに基づいて、透視投影変換処理を行って、予め定められた視点から描画対象の多角形を見たときの画像を表す画像データを作成する。

上記第 4 の発明によれば、透視投影処理により、描画対象の多角形を様々な方向から見た時の画像データを作成することができるので、より使い勝手のいい描画装置を提供することができる。

【 0 0 3 9 】

第5の発明は、第1の発明に従属しており、多角形データには、描画対象の多角形が有する n 個の各頂点座標 $P_1 \sim P_n$ が、当該多角形を一筆書き可能な方向である順方向に沿って並んでおり、多角形分割部は、まず、多角形データの頂点座標 $P_1 \sim P_n$ の1つを、基準頂点 P_b ($b = 1, 2, \dots, n$) として選択し、さらに、順方向に沿って当該基準頂点 P_b の隣に位置する頂点 P_c および $P_{(c+1)}$ を選択する。ここで、当該頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\triangle P_b P_c P_{(c+1)}$ の内部には、描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_i ($i = 1, 2, \dots, n$ かつ $i \neq b, i \neq c, i \neq c+1$) はなく、さらに、当該頂点 P_b 、 P_c および $P_{(c+1)}$ からなる $\angle P_b P_c P_{(c+1)}$ は凸である。

【0040】

さらに、第5の発明において、多角形分割部は、基準頂点 P_b および頂点 $P_{(c+1)}$ に加えて、順方向に沿って当該頂点 $P_{(c+1)}$ の隣に位置する頂点 $P_{(c+2)}$ を選択する。ここで、当該頂点 P_b 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる $\triangle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ の内部には、描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_j ($j = 1, 2, \dots, n$ かつ $j \neq b, j \neq c, j \neq c+1, j \neq c+2$) はなく、さらに、当該頂点 P_b 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ からなる $\angle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ は凸である。

【0041】

さらに、第5の発明において、多角形分割部は、自身が選択した基準頂点 P_b ならびに頂点 P_c 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ で少なくとも構成される部分多角形を特定する部分多角形データを作成する。

【0042】

上記第5の発明では、部分多角形は、少なくとも、基準頂点 P_b と、当該基準頂点 P_b から順方向に沿って並ぶ3つの頂点 P_c 、 $P_{(c+1)}$ および $P_{(c+2)}$ とから構成される。ここで、 $\triangle P_b P_c P_{(c+1)}$ および $\triangle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ の内部には、描画対象の多角形の他の頂点 P_i は存在しない。さらに、 $\angle P_b P_c P_{(c+1)}$ および $\angle P_b P_{(c+1)} P_{(c+2)}$ は凸である。これによって、描画対象が凹多角形であっても正確に描画することが可能になる。

【0043】

第 6 の発明は、第 5 の発明に従属しており、多角形分割部は、自身が選択した頂点 $P(c+2)$ が、 $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ の内部に他の頂点 P_j がなく、かつ $\angle P_b P(c+1) (b+2)$ が凸であるという条件を満たす場合には、さらに、頂点 $P(c+2)$ を頂点 $P(c+1)$ に設定する。

【 0 0 4 4 】

その後、多角形分割部は、基準頂点 P_b および、新たに設定された頂点 $P(c+1)$) に加えて、当該頂点 $P(c+1)$ の隣に位置する頂点 $P(c+2)$ を新たに選択するという動作を、上記条件を満たさなくなるまで続け、基準頂点 P_b 、頂点 P_c および $P(c+1)$ ならびに、少なくとも 1 つの頂点 $P(c+2)$ からなる部分多角形を特定する部分多角形データを作成する。

【 0 0 4 5 】

上記第 6 の発明では、多角形分割部は、上記条件を満たさなくなるまで、頂点 $P(c+2)$ を選択し続ける。そのため、部分多角形は、正確に描画ができる最大の数の頂点からなる。これによって、多角形分割部は、描画対象の多角形を最小数の部分多角形に分割することができる。これによって、描画対象の多角形を、高速かつ最も効率的に描画することが可能となる。

【 0 0 4 6 】

第 7 の発明は、多角形を描画するための方法であって、描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した 1 つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割ステップと、描画処理を行って、多角形分割ステップで作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画ステップとを備える。

【 0 0 4 7 】

さらに、第 7 の発明において、各部分多角形は、描画対象の多角形の 1 つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、各部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも 1 つの辺を共有する。

【 0 0 4 8 】

第 8 の発明は、第 7 の発明に従属しており、多角形データには、描画対象の多

角形が有する n 個の各頂点座標 $P_1 \sim P_n$ が、当該多角形を一筆書き可能な方向である順方向に沿って並んでいる。多角形分割ステップは、多角形データの頂点座標 $P_1 \sim P_n$ の 1 つを、基準頂点 P_b ($b = 1, 2, \dots, n$) として選択し、さらに、順方向に沿って当該基準頂点 P_b の隣に位置する頂点 P_c および $P(c+1)$ を選択する第 1 の選択ステップを含む。ここで、頂点 P_b 、 P_c および $P(c+1)$ からなる $\triangle P_b P_c P(c+1)$ の内部には、描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_i ($i = 1, 2, \dots, n$ かつ $i \neq b, i \neq c, i \neq c+1$) はなく、さらに、当該頂点 P_b 、 P_c および $P(c+1)$ からなる $\angle P_b P_c P(c+1)$ は凸である。

【0049】

第 8 の発明において、多角形分割ステップは、第 1 の選択ステップの後、基準頂点 P_b および頂点 $P(c+1)$ に加えて、順方向に沿って当該頂点 $P(c+1)$ の隣に位置する頂点 $P(c+2)$ を選択する第 2 の選択ステップをさらに含む。ここで、頂点 P_b 、 $P(c+1)$ および $P(c+2)$ からなる $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ の内部には、描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_j ($j = 1, 2, \dots, n$ かつ $j \neq b, j \neq c, j \neq c+1, j \neq c+2$) はなく、さらに、当該頂点 P_b 、 $P(c+1)$ および $P(c+2)$ からなる $\angle P_b P(c+1) P(c+2)$ は凸である。

【0050】

第 8 の発明において、多角形分割ステップでは、第 1 の選択ステップで選択された頂点 P_b 、 P_c および $P(c+1)$ と、第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ とで少なくとも構成される部分多角形を特定する部分多角形データが作成される。

【0051】

第 9 の発明は、第 8 の発明において、多角形分割ステップはさらに、第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ が、 $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ の内部に他の頂点 P_j がなく、かつ $\angle P_b P(c+1) P(c+2)$ が凸であるという条件を満たす場合に、頂点 $P(c+2)$ を頂点 $P(c+1)$ に設定する設定ステップをさらに含む。

【0052】

第 2 の選択ステップにおいては、第 1 の選択ステップで選択された基準頂点 P

b および、設定ステップにおいて設定された頂点 $P(c+1)$ に加えて、当該頂点 $P(c+1)$ の隣に位置する頂点 $P(c+2)$ を新たに選択するという動作が、条件を満たさなくなるまで続けられる。

さらに、第 9 の発明において、多角形分割ステップでは、第 1 のステップで選択された基準頂点 P_b 、頂点 P_c および $P(c+1)$ と、第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ からなる部分多角形を特定する部分多角形データが作成される。

【 0 0 5 3 】

第 1 0 の発明は、多角形を描画するためのプログラムを記録した記録媒体であって、描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した 1 つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割ステップと、描画処理を行って、多角形分割ステップで作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画ステップとを含む。

【 0 0 5 4 】

さらに、第 1 0 の発明において、各部分多角形は、描画対象の多角形の 1 つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、各部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも 1 つの辺を共有する。

【 0 0 5 5 】

第 1 1 の発明は、第 1 0 の発明に従属しており、多角形データには、描画対象の多角形が有する n 個の各頂点座標 $P_1 \sim P_n$ が、当該多角形を一筆書き可能な方向である順方向に沿って並んでいる。多角形分割ステップは、多角形データの頂点座標 $P_1 \sim P_n$ の 1 つを、基準頂点 P_b ($b = 1, 2, \dots, n$) として選択し、さらに、順方向に沿って当該基準頂点 P_b の隣に位置する頂点 P_c および $P(c+1)$ を選択する第 1 の選択ステップを含む。ここで、頂点 P_b 、 P_c および $P(c+1)$ からなる $\triangle P_b P_c P(c+1)$ の内部には、描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_i ($i = 1, 2, \dots, n$ かつ $i \neq b, i \neq c, i \neq c+1$) はなく、さらに、当該頂点 P_b 、 P_c および $P(c+1)$ からなる $\angle P_b P_c P(c+1)$

) は凸である。

【 0 0 5 6 】

また、第 1 1 の発明において、多角形分割ステップは、第 1 の選択ステップの後、基準頂点 P_b および頂点 $P(c+1)$ に加えて、順方向に沿って当該頂点 $P(c+1)$ の隣に位置する頂点 $P(c+2)$ を選択する第 2 の選択ステップをさらに含む。ここで、頂点 P_b 、 $P(c+1)$ および $P(c+2)$ からなる $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ の内部には、描画対象の多角形に属しかつ未選択である他の頂点 P_j ($j = 1, 2, \dots, n$ かつ $j \neq b, j \neq c, j \neq c+1, j \neq c+2$) はなく、さらに、当該頂点 P_b 、 $P(c+1)$ および $P(c+2)$ からなる $\angle P_b P(c+1) P(c+2)$ は凸である。

【 0 0 5 7 】

さらに、第 1 1 の発明において、多角形分割ステップでは、第 1 の選択ステップで選択された頂点 P_b 、 P_c および $P(c+1)$ と、第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ とで少なくとも構成される部分多角形を特定する部分多角形データが作成される。

【 0 0 5 8 】

第 1 2 の発明は、第 1 1 の発明に従属しており、多角形分割ステップはさらに、第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ が、 $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ の内部に他の頂点 P_j がなく、かつ $\angle P_b P(c+1) P(c+2)$ が凸であるという条件を満たす場合に、頂点 $P(c+2)$ を頂点 $P(c+1)$ に設定する設定ステップをさらに含む。

【 0 0 5 9 】

また、第 1 2 の発明において、第 2 のステップでは、第 1 の選択ステップで選択された基準頂点 P_b および、設定ステップにおいて設定された頂点 $P(c+1)$ に加えて、当該頂点 $P(c+1)$ の隣に位置する頂点 $P(c+2)$ を新たに選択するという動作が、上記条件を満たさなくなるまで続けられる。

【 0 0 6 0 】

さらに、第 1 2 の発明において、多角形分割ステップでは、第 1 のステップで選択された基準頂点 P_b 、頂点 P_c および $P(c+1)$ と、第 2 の選択ステップで選択された頂点 $P(c+2)$ からなる部分多角形を特定する部分多角形データが作成さ

れる。

【 0 0 6 1 】

第 1 3 の発明は、多角形を描画するためのプログラムであって、描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した 1 つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割ステップと、描画処理を行って、多角形分割ステップで作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画ステップとを含む。

【 0 0 6 2 】

さらに、第 1 3 の発明において、各部分多角形は、描画対象の多角形の 1 つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、各部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも 1 つの辺を共有する。

【 0 0 6 3 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る描画装置 Urend を組み込んだ端末装置 Dterm の構成を示すブロック図である。図 1 の端末装置 Dterm において、描画装置 Urend は、記憶装置 Ustor および表示装置 Udisp と通信可能に接続される。

描画装置 Urend は、プロセッサ 1、プログラムメモリ 2 およびワーキングエリア 3 を備えている。プロセッサ 1 は、典型的には、CPU (Central Processing Unit) または MPU (Micro Processing Unit) から構成される。プログラムメモリ 2 は、典型的には、ROM (Read Only Memory) から構成されており、レンダリング用のプログラム 21 を格納している。ワーキングエリア 3 は、典型的には、RAM (Random Access Memory) から構成される。なお、以上のプロセッサ 1、プログラムメモリ 2 およびワーキングエリア 3 の組み合わせは、描画装置 Urend だけでなく、請求項における不要点除去部および凹多角形判定部を構成する。

【 0 0 6 4 】

以上の構成の描画装置 Urend において、プロセッサ 1 は、プログラム 21 に従って処理を行って、記憶装置 Ustor に格納された多角形データ Dpoly を基礎とし

て、画像データ *Dimage* をワーキングエリア 3 上で作成する。

また、記憶装置 *Ustor* は、それぞれが描画対象となる多角形 *P* を特定するいくつかの多角形データ *Dpoly* を格納している。1 つの多角形データ *Dpoly* は、好ましくは、図 2 に示すように、描画対象となる 1 つの多角形 *P* が有する *n* 個の頂点座標 *P1* ~ *Pn* を含んでおり、これによって、当該多角形 *P* を特定する。ここで、頂点座標 *P1* ~ *Pn* は、2 次元座標または 3 次元座標の値で示される。ただし、3 次元座標の場合には、すべての頂点座標 *P1* ~ *Pn* は、同一平面に含まれる必要がある。

【0065】

また、多角形データ *Dpoly* はさらに、多角形 *P* の形状を特定するために、頂点 *P1* ~ *Pn* がどのようにつながるかを特定する接続情報も含む。本実施形態においては、好ましい例として、頂点座標 *P1* ~ *Pn* が並ぶ順番が接続情報であるとする。より具体的には、多角形データ *Dpoly* には、多角形 *P* を一筆書き可能な方向である順方向に沿うように、頂点座標 *P1* ~ *Pn* が順番に並べられる。また、頂点座標 *P1* はペンダウンおよびペンアップの位置を示す。なお、以上の多角形データ *Dpoly* は、上記以外にも様々な付随情報を含んでいるが、付随情報については、本発明に必須ではないため、以下において適時説明する。

【0066】

表示装置 *Udisp* は、ワーキングエリア 3 から転送されてくる画像データ *Dimage* に従って表示処理を行って、自身の画面上に、当該画像データ *Dimage* により表される多角形 *P* を表示する。

次に、以上の構成の端末装置 *Dterm* の動作について、描画装置 *Urend* の動作を中心に説明する。ここで、図 3 は、プログラム 21 に記述されたプロセッサ 1 の処理手順を示すメインフローチャートである。プロセッサ 1 は、プログラム 21 の実行開始直後に、描画対象となる多角形 *P* を特定する多角形データ *Dpoly* を、必要な数だけ、記憶装置 *Ustor* から読み出して、ワーキングエリア 3 上に転送し、これによって、当該多角形データ *Dpoly* を取得する（ステップ S31）。本実施形態では、説明を簡素化するため、プロセッサ 1 は 1 つの多角形データ *Dpoly* を取得するものとする。

【0067】

次に、プロセッサ1は、ワーキングエリア3上の多角形データDpolyに対して不要点除去処理を行って（ステップS32）、それに含まれる全頂点座標P1～Pnから、多角形Pの描画に不要な頂点座標Pi（iは1, 2, …, n）を除去する。なお、本ステップS32が、請求項における不要点除去部に相当する。

【0068】

以下、本ステップ32をより詳細に説明する。原則として、各頂点座標P1～Pnは、多角形Pの各辺の端を規定する。しかしながら、なんらかの事情で、ある頂点座標Piが多角形Pの辺上に乗ってしまう場合がある。このように辺の途中に位置する頂点Piは多角形Pの描画に不要であるばかりか、後の各処理を非効率的にしてしまう。以上のような理由から、プロセッサ1は、ステップS32の不要点除去処理を行う。具体的には、今、多角形データDpolyが、三次元座標である頂点座標P1（x1, y1, z1）、P2（x2, y2, z2）、…、Pn（xn, yn, zn）を含むと仮定する。この仮定下で、プロセッサ1は、まず、多角形Pのすべての辺に対する三次元辺ベクトルVi（i=1, 2, …, n）を求める。ここで、i≠nの場合、三次元辺ベクトルViは、頂点Piから頂点P(i+1)に向かうベクトルである。また、i=nの場合、三次元辺ベクトルVnは、頂点Pnから頂点P1に向かうベクトルである。

【0069】

次に、プロセッサ1は、多角形Pにおいて互いに接する2辺の外積ベクトルの大きさ、つまり、n個の外積ベクトルV1×V2, V2×V3, …, Vi×V(i+1), …, Vn×V1の大きさを順次計算する。ここで、例えば、Vi×V(i+1)の大きさが0であれば、頂点P(i-1)、PiおよびP(i+1)は一直線上にあることになるので、頂点Piが不要となるので、プロセッサ1は、ワーキングエリア3上の多角形データDpolyから当該不要な頂点Piを除去し、当該多角形データDpolyが付随情報として頂点数を含む場合には、当該頂点数を1だけデクリメントする。一方、不要な頂点座標Piがなければ、多角形データDpolyをワーキングエリア3上にそのままにしておく。

【0070】

なお、多角形データDpolyが、各頂点P1 ~ Pn に割り当てられる付随情報を含む場合、または、多角形データDpolyに同じ頂点座標Pがいくつも連続する時に、何らかの特殊な処理が行われる場合には、上記のような不要点除去処理は行われなくともよい。

また、以下には、ステップS32において不要な頂点Pi がなかった場合について説明する。なお、ステップS32において不要な頂点Pi が除去された場合も、本質的には以下の説明をそのまま適用できるので、その場合の説明を省略する。

次に、プロセッサ1は、ワーキングエリア3上の多角形データDpolyに対して、例えば、図11の凹多角形判定部702と同様の処理を行って、多角形データDpolyが特定する多角形Pが凹多角形か否かを判定する（ステップS33）。なお、本ステップS33が、請求項における凹多角形判定部に相当する。

【0071】

描画対象の多角形Pが凸多角形であると判定された場合、プロセッサ1は、例えば、第1の三角形分割部703と同様の処理を行って（ステップS34）、いくつかの三角形データDtri をワーキングエリア3上で作成する。その後、プロセッサ1は、三角形描画部705と同様の処理を行って（ステップS35）、ワーキングエリア3上に、付随情報の一部としての色情報により特定される色で塗りつぶされた多角形Pを表す画像データDimage を作成する。以上、ステップS34およびS35により、プロセッサ1は、凸多角形Pを特定する多角形データDpolyに対しては、より単純な処理である第1の三角形分割を適用することで、描画装置Urendは、さほどの処理負担なく凸多角形Pを描画することができる。

【0072】

以上のステップS35が終わった後、プロセッサ1は、ワーキングエリア3上で作成した画像データDimage を表示装置Udispに転送する（ステップS38）。表示装置Udispは、転送されてきた画像データDimage に従って、表示制御を行って、自身の画面上に、多角形Pを表示する。

【0073】

一方、プロセッサ1は、描画対象の多角形Pが凹多角形であると判定された場

合、多角形 P を複数の部分多角形 P_i に分割するための部分多角形分割処理を行う（ステップ S36）。本ステップ S36 が請求項における多角形分割部に相当する。ここで、図4 および図5 は、部分多角形分割処理の詳細な処理手順の前半部分および後半部分を示すフローチャートである。まず、図4 において、プロセッサ1 は、ワーキングエリア3 上の多角形データ D_{poly} に含まれる頂点 $P_1 \sim P_n$ のいずれかを、基準頂点 P_b ($b = 1, 2, \dots, n$) として選択する（ステップ S401）。

【0074】

次に、プロセッサ1 は、ワーキングエリア3 上の頂点 $P_1 \sim P_n$ の中から、頂点 P_c および $P_{(c+1)}$ を選択する（ステップ S402）。本ステップ S402 において、頂点 P_c は、多角形データ D_{poly} において、基準頂点 P_b の次に配置されており、前述の順方向に従って多角形 P を一筆書きする場合に、基準頂点 P_b の次に描かれる。また、頂点 $P_{(c+1)}$ は、多角形データ D_{poly} において頂点 P_c の次に配置されており、順方向に従って多角形 P を一筆書きする場合に、頂点 P_c の次に描かれる。

なお、上記ステップ S401 および S402 の組み合わせが、請求項における第1 の選択ステップに相当する。

【0075】

次に、プロセッサ1 は、下記の第1 および第2 の条件を満たすか否かを判定する（ステップ S403）。第1 の条件は、現在の基準頂点 P_b 、頂点 P_c および頂点 $P_{(c+1)}$ からなる三角形 $\triangle P_b P_c P_{(c+1)}$ の内部に、他の頂点 P_i が位置しないという条件である。第1 の条件において、他の頂点 P_i とは、頂点 $P_1 \sim P_n$ 中の少なくとも1 つであり、かつステップ S401 および S402 で選択されていないものを意味する。つまり、ステップ S403 においては、 $i \neq b$, $i \neq c$, $i \neq c+1$ である。

【0076】

第2 の条件は、現在の基準頂点 P_b 、頂点 P_c および頂点 $P_{(c+1)}$ とがなす角 $\angle P_b P_c P_{(c+1)}$ が凸であるという条件である。 $\angle P_b P_c P_{(c+1)}$ の凹凸判定に関しては、従来の技術の欄における凹多角形判定部702と同様の処理を行

えばよいので、ここでは詳しい説明を省略する。

以上の第1および第2の両条件を満たさない場合、プロセッサ1は、今回の基準頂点 P_b が、後述する部分多角形 PP のものとして不適切であるとみなして、ステップS401に戻り、別の基準頂点 P_b を選択する。

【0077】

一方、ステップS403において、第1および第2の両条件を満たす場合、プロセッサ1は、現在の基準頂点 P_b 、頂点 P_c および頂点 $P(c+1)$ を、後述する部分多角形 PP の頂点として、ワーキングエリア3に登録する。さらに、カウンタ（図示せず）の値 V_{tri} を1だけインクリメントして、その初期値0から1に変更する（ステップS404）。ここで、値 V_{tri} は、後述する部分多角形 PP に含まれる三角形（つまり、 $\triangle P_b P_c P(c+1)$ または $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ ）の現在の個数を示す。

【0078】

次に、プロセッサ1は、現在のカウンタ値 V_{tri} が $(n-2)$ と等しいか否かを判定する（ステップ405）。多角形 P が含む n 個の頂点 $P_1 \sim P_n$ から、3つの頂点 P を選んで三角形を作った時、当該三角形の総数は $(n-2)$ 個となる。したがって、カウンタ値 $V_{tri} = (n-2)$ であれば、今回の多角形 P からは、次のステップS406で選択しうる頂点 P_b 、頂点 $P(c+1)$ および頂点 $P(c+2)$ の組み合わせをすべて選択し尽くしたことになる。一方、カウンタ値 $V_{tri} \neq (n-2)$ であれば、今回の多角形 P から、次のステップS406で選択しうる頂点 P_b 、頂点 $P(c+1)$ および頂点 $P(c+2)$ の組み合わせがまだ残っていることになる。

【0079】

以上のことから、 $V_{tri} = (n-2)$ の場合には、プロセッサ1は、描画対象の多角形 P を複数の部分多角形 PP に完全に分割し終えたとみなして、ステップS414に進む。ただし、ステップS414については後で説明した方が分かり易いので、ここではその説明をしない。

【0080】

一方、 $V_{tri} \neq (n-2)$ であれば、プロセッサ1は、描画対象の多角形 P を

完全に分割し終えていないとして、ステップ S406 に進む。そして、プロセッサ 1 は、ワーキングエリア 3 上の頂点 $P_1 \sim P_n$ の中から、現在の基準頂点 P_b 、頂点 $P(c+1)$ および頂点 $P(c+2)$ を選択する（ステップ S406）。ただし、頂点 $P(c+1)$ として頂点 P_n が選択されている場合には、頂点 $P(c+2)$ としては頂点 P_1 が選択される。なお、本ステップ S406 が、請求項における第 2 の選択ステップに相当する。

【0081】

また、頂点 $P(c+1)$ は、ワーキングエリア 3 上の多角形データ D_{poly} において、現在の頂点 P_c の直後に設定されており、前述の順方向に従って多角形 P を一筆書きした場合に、当該頂点 P_c の次に描かれる。また、頂点 $P(c+2)$ は、多角形データ D_{poly} において頂点 $P(c+1)$ の次に設定されており、順方向に従って多角形 P を一筆書きする場合に、当該頂点 $P(c+1)$ の次に描かれる。

【0082】

ステップ S406 の次に、プロセッサ 1 は、下記の第 3 および第 4 の条件を満たすか否かを判定する（ステップ S407）。第 3 の条件は、現在の基準頂点 P_b 、頂点 $P(c+1)$ および頂点 $P(c+2)$ からなる三角形 $\triangle P_b P(c+1) P(c+2)$ の内部に、他の頂点 P_j が位置しないという条件である。第 3 の条件において、他の頂点 P_j とは、多角形データ D_{poly} に含まれる頂点 $P_1 \sim P_n$ の中の少なくとも 1 つであり、かつステップ S406 で未選択のものを意味する。つまり、ステップ S407 においては、 $j \neq b$ 、 $j \neq c+1$ 、 $j \neq c+2$ である。

【0083】

第 4 の条件は、現在の基準頂点 P_b 、頂点 $P(c+1)$ および頂点 $P(c+2)$ がなす角 $\angle P_b P(c+1) P(c+2)$ が凸であるという条件である。角 $\angle P_b P(c+1) P(c+2)$ の凹凸判定は、上述の通り周知技術を適用できるため、その詳しい説明を省略する。

第 3 および第 4 の条件の両方を満たす場合、プロセッサ 1 は、現在の頂点 $P(c+2)$ を、後述する部分多角形 P の頂点として、ワーキングエリア 3 の所定領域に追加登録する。さらに、カウンタ（図示せず）の値 V_{tri} を 1 だけインクリメントする（ステップ S408）。なお、第 3 および第 4 の条件の両方を満たさな

い場合については、後で説明する。

【0084】

さて、ステップS408の次に、プロセッサ1は、現在の頂点 $P(c+2)$ を新しい頂点 $P(c+1)$ として設定する(ステップS409)。本ステップS409が請求項における設定ステップに相当する。その後、プロセッサ1は、ステップS405に戻り、ステップS405で $Vtri = (n-2)$ と判定するまで、またはステップS407において第3および第4の両条件を満たさないと判定するまで、ステップS405～S409からなるループを繰り返し実行する。

【0085】

ここで、かかるループに含まれるステップS405において、 $Vtri = (n-2)$ を満たす場合には、上述したように、プロセッサ1は、描画対象の多角形 P を複数の部分多角形 PP に完全に分割し終えたときとみなして、ステップS414に進む。ステップS414に部分多角形分割処理が進んだ時、ワーキングエリア3上には、最後の部分多角形 PP を構成する頂点が登録されている。最後の部分多角形 PP の頂点は、ステップS404で登録された現在の基準頂点 Pb 、頂点 Pc および頂点 $P(c+1)$ だけ、または、当該基準頂点 Pb 、当該頂点 Pc および当該頂点 $P(c+1)$ ならびにステップS408で追加登録された少なくとも1つの頂点 $P(c+2)$ である。プロセッサ1は、以上の基準頂点 Pb 、頂点 Pc および頂点 $P(c+1)$ だけ、または、これら3つの頂点 P および少なくとも1つの頂点 $P(c+2)$ からなる部分多角形データ $Dpart$ を作成し(ステップS414)、その後、図4および図5に示す部分多角形分割処理から抜ける。つまり、プロセッサ1は、図3のステップS36から抜けて、ステップS37に進む。

【0086】

ステップS414で作成された部分多角形データ $Dpart$ は部分多角形 PP を特定する。ここで、部分多角形 PP は、描画対象の多角形 P の一部であり、より具体的には、描画対象の多角形 P の現在の基準頂点 Pb を含む $\triangle Pb Pc P(c+1)$ だけ、または、当該 $\triangle Pb Pc P(c+1)$ および少なくとも1つの $\triangle Pb P(c+1) P(c+2)$ からなる。ここで、部分多角形 PP が複数の三角形の集合からなる場合には、部分多角形 PP に属する $\triangle Pb Pc P(c+1)$ および $\triangle Pb P(c+1) P(c+2)$

) は、同じ部分多角形 PP に属する他の $\triangle Pb Pc P(c+1)$ 、および $\triangle Pb P(c+1) P(c+2)$ のいずれかと少なくとも 1 つの辺を共有する。

【0087】

ステップ S407 において第 3 および第 4 の両条件を満たさないと判定された場合、プロセッサ 1 は、現在の頂点 $P(c+2)$ が今回の部分多角形 PP の頂点として不適切であり、さらに、描画対象の多角形 P から 1 つの部分多角形 PP を分割し終えたときとみなして、図 5 のステップ S410 に進む。ここで、第 3 および第 4 の両条件を満たさない場合、頂点 $P(c+2)$ が多角形 PP の頂点として不適切な理由は後で説明する。

【0088】

ステップ S410 に部分多角形分割処理が進んだ時、ワーキングエリア 3 上には 1 つの部分多角形 PP を構成する頂点が登録されている。部分多角形 PP の頂点は、ステップ S404 で登録された基準頂点 Pb 、頂点 Pc および頂点 $P(c+1)$ だけ、または、当該基準頂点 Pb 、当該頂点 Pc 、当該頂点 $P(c+1)$ およびステップ S408 で追加登録された少なくとも 1 つの頂点 $P(c+2)$ である。プロセッサ 1 は、基準頂点 Pb 、頂点 Pc および頂点 $P(c+1)$ のみからなる、または、これら 3 頂点 P および少なくとも 1 つの頂点 $P(c+2)$ からなる部分多角形データ D_{part} を作成し、さらに、当該部分多角形データ D_{part} をワーキングエリア 3 上で保持する。本ステップ S410 で作成された部分多角形データ D_{part} は、ステップ S414 で作成されたものと同様の部分多角形 PP を特定する。さらに、1 つの部分多角形 PP を作成し終わったことになるので、次の部分多角形 PP に含まれる三角形の個数を計数するための準備として、カウンタの値 V_{tri} を 0 にリセットする (ステップ S410)。

【0089】

次に、プロセッサ 1 は、ワーキングエリア 3 上の多角形データ D_{poly} から、多角形データ D_{poly}' を作成する (ステップ S411)。より具体的には、プロセッサ 1 は、多角形データ D_{poly} が含む頂点座標 $P1 \sim Pn$ から、ステップ S402 および S406 で選択された頂点 Pc 、 $P(c+1)$ および $P(c+2)$ を除去する。ただし、最後に選択された頂点 $P(c+2)$ (つまり、現在の頂点 $P(c+2)$) は、後

のステップS413で新しい基準頂点Pbとして選択されるので除去されない。さらに、基準頂点Pbも多角形データDpoly'を構成するために必要であるから除去されない。そして、プロセッサ1は、後の処理での便宜のため、現在残っている頂点座標Pを並び替えて、現在の頂点座標P(c+2)～頂点座標Pnおよび頂点座標Pbがその内部に順番に並んでいる多角形データDpoly'を作成する。つまり、多角形データDpoly'は、現在の頂点座標P(c+2)～頂点座標Pnおよび基準頂点座標Pbからなる多角形を一筆書きできるようなデータ構造を有する。なお、多角形データDpolyが含む付随情報については、多角形データDpoly'にそのまま設定されてもよいし、ワーキングエリア3の他の領域に退避されてもよい。

【0090】

次に、プロセッサ1は、多角形データDpoly'を、新しい多角形データDpolyに設定し(ステップS412)、さらに、現在の頂点P(c+2)を新しい基準頂点Pbに設定する(ステップS413)。その後、プロセッサ1は、図4のステップS402に戻って、以降の処理を進める。

【0091】

以上、部分多角形分割処理を、図4および図5を参照して説明した。以下には、その理解をより深めるために、図6(a)に示すような凹多角形Pを特定する多角形データDpolyに対する部分多角形分割処理について説明する。また、図6(a)の凹多角形Pを特定するために、処理対象となる多角形データDpolyには、図6(b)に示すように、頂点座標P1～P14が順番に並んでいる。

【0092】

まず、ステップS401では、図7(a)の星印で示すように、頂点P1が基準頂点Pbとして選択される。次のステップS402では、頂点P2が頂点Pcとして選択され、頂点P3が頂点P(c+1)として選択される。ここで、ステップS403において、 $\triangle P1 P2 P3$ が第1の条件を満たし、かつ $\angle P1 P2 P3$ が第2の条件を満たすと仮定すると、ステップS404において、頂点P1～P3が部分多角形PPの頂点として登録され、さらに、カウンタ値Vtriが初期値0から1に変更される。

【0093】

頂点 $P_1 \sim P_3$ だけが部分多角形 PP の頂点として登録されている条件下では、 $Vtri = 1$ であり、さらに、現在、 $(n-2) = 12$ であるから、ステップ $S405$ では $Vtri \neq (n-2)$ と判断されるので、ステップ $S406$ において、基準頂点 P_b 、頂点 $P(c+1)$ および頂点 $P(c+2)$ の組み合わせとして、頂点 P_1 、頂点 P_3 および頂点 P_4 の組み合わせが選択される。今、ステップ $S407$ において、 $\triangle P_1 P_3 P_4$ が第3の条件を満たし、かつ $\angle P_1 P_3 P_4$ が第4の条件を満たすと仮定すると、ステップ $S408$ において、部分多角形 PP の頂点として、頂点 P_4 が追加登録され、さらにカウンタの値 $Vtri$ が1から2に更新される。その後のステップ $S409$ において、現在の頂点 $P(c+2)$ である頂点 P_4 が新しい頂点 $P(c+1)$ として設定される。

【0094】

そして、ステップ $S405$ で $Vtri \neq (n-2)$ と判断された後、ステップ $S406$ が行われる。現在の基準頂点 P_b および頂点 $P(c+1)$ は頂点 P_1 および頂点 P_4 であるから、ステップ $S406$ では、頂点 $P(c+2)$ として頂点 P_5 が選択される。今、ステップ $S407$ において、 $\triangle P_1 P_4 P_5$ が第3の条件を満たし、かつ $\angle P_1 P_4 P_5$ が第4の条件を満たすと仮定すると、ステップ $S408$ において、部分多角形 PP の頂点として、頂点 P_5 が追加登録され、さらにカウンタの値 $Vtri$ が2から3に更新される。その後のステップ $S409$ において、現在の頂点 $P(c+2)$ である頂点 P_5 が新しい頂点 $P(c+1)$ として設定される。

【0095】

そして、ステップ $S405$ で $Vtri \neq (n-2)$ であると判断された後、ステップ $S406$ において、頂点 P_6 が頂点 $P(c+2)$ として選択される。今、ステップ $S407$ において、 $\triangle P_1 P_5 P_6$ が第3の条件を満たし、かつ $\angle P_1 P_5 P_6$ が第4の条件を満たすと仮定すると、頂点 P_6 は、ステップ $S408$ において追加登録され、さらにカウンタの値 $Vtri$ が4に更新される。さらに、頂点 P_6 は、ステップ $S409$ において、新しい頂点 $P(c+1)$ として設定される。

【0096】

その後、ステップ $S405$ で $Vtri \neq (n-2)$ であると判断され、ステップ

S406で、頂点P7が頂点P(c+2)として選択される。ここで、 $\angle P_1 P_6 P_7$ は凹であるとする、第4の条件は満足しない。したがって、プロセッサ1は、現在の頂点P(c+2)つまり頂点P7が部分多角形PPの頂点として不適切であるとみなす。頂点P7が多角形PPの頂点として不適切であるのは、 $\angle P_b P(c+1) P(c+2)$ としての $\angle P_1 P_6 P_7$ が凹であると、頂点P5から頂点P6へと向かう線分に対して、頂点P6から頂点P7へと向かう線分が逆戻りするようになってしまい、正確な部分多角形PPが、後で行われるステップS37で描画されないからである。なお、第3の条件を満たさない場合も、同様の理由で、頂点P(c+2)が多角形PPの頂点として不適切であると判断される。

【0097】

以上のように、第3および第4の両条件を満たさないと判定されると、プロセッサ1が多角形Pから1つの部分多角形PPを分割し終えたとみなし、ステップS410が行われる。今回のステップS410では、頂点座標P1～頂点座標P6を含む部分多角形データDpartが作成され保持される。さらに、ステップS410では、カウンタ値Vtri (=4)が0にリセットされる。ここで、便宜上、今回作成された部分多角形データDpartを部分多角形データDpart1と称する。部分多角形データDpart1は、図7(a)の斜線を付けた部分に示すように、頂点P1～P6からなる部分多角形PP1を特定する。

【0098】

ここで、部分多角形PP1は、それぞれが基準頂点Pb (=P1)を含む三角形 $\triangle P_1 P_2 P_3$ 、 $\triangle P_1 P_3 P_4$ 、 $\triangle P_1 P_4 P_5$ および $\triangle P_1 P_5 P_6$ との集合である。さらに、 $\triangle P_1 P_2 P_3$ は、 $\triangle P_1 P_3 P_4$ と、辺P1P3を共有する。他の $\triangle P_1 P_3 P_4$ 、 $\triangle P_1 P_4 P_5$ および $\triangle P_1 P_5 P_6$ もまた、部分多角形PP1に属しておりかつ自身を除いた他の三角形のいずれかと少なくとも1つの辺を共有する。

【0099】

次に、ステップS411では、前述したように、頂点座標P1～Pnから、頂点Pc、頂点P(c+1)および、現在の頂点P(c+2)を除く他の頂点P(c+2)が除去される。したがって、ワーキングエリア3上の多角形データDpolyから頂点座

標 P2 ~ P5 が除去された後、頂点座標 P の並び替えが行われ、これによって、図 7 (b) に示すように、その内部に 10 個の頂点座標 P6 ~ P14 および P1 が順番に並んでいる多角形データ Dpoly' が作成され、ステップ S412 において、当該多角形データ Dpoly' が、新しい多角形データ Dpoly として設定される。その後、ステップ S413 において頂点 P6 が基準頂点 Pb として設定される。

【0100】

基準頂点 Pb が頂点 P6 の時には、頂点 P(c+1) が頂点 P11 でありかつ頂点 P(c+2) が頂点 P12 である場合にはじめて、第 3 および第 4 の両条件を満たさなくなるので (ステップ S407)、図 8 (a) に示すような部分多角形 PP2 (右下がりの斜線を付けた部分参照) を特定する部分多角形データ Dpart2 が作成され保持される (ステップ S410)。そして、ステップ S411 において、ワーキングエリア 3 上の多角形データ Dpoly から頂点座標 P7 ~ P10 が除去された後、頂点座標 P の並び替えが行われ、これによって、図 8 (b) に示すように、6 個の頂点座標 P11 ~ P14 ならびに頂点座標 P1 および P6 が、順番に並んでいる多角形データ Dpoly' が作成され、ステップ S412 において、当該多角形データ Dpoly' が新しい多角形データ Dpoly として設定される。

【0101】

さらに、ステップ S413 において、図 8 (a) に示すように、頂点 P11 が基準頂点 Pb として設定された後、部分多角形分割処理はステップ S402 に戻る。ステップ S402 では、頂点 P12 が頂点 Pc として選択され、頂点 P13 が頂点 P(c+1) として選択される。ここで、ステップ S403 において、 $\triangle P11P12P13$ が第 1 の条件を満たし、かつ $\angle P11P12P13$ が第 2 の条件を満たすと仮定すると、ステップ S404 において、頂点 P11 ~ P13 が登録され、さらに、カウンタ値 Vtri が 1 に更新される。

【0102】

頂点 P11 ~ P13 だけが部分多角形 PP の頂点として登録されている条件下では、 $Vtri = 1$ であり、さらに、現在、 $(n-2) = 4$ であるから、ステップ S405 では $Vtri \neq (n-2)$ と判断されるので、ステップ S406 において、基準頂点 Pb、頂点 P(c+1) および頂点 P(c+2) の組み合わせとして、頂点 P11、

頂点P13および頂点P14の組み合わせが選択される。今、ステップS407において、 $\triangle P11P13P14$ が第3の条件を満たし、かつ $\angle P11P13P14$ が第4の条件を満たすと仮定すると、ステップS408において頂点P14が追加登録され、さらにカウンタの値Vtri が2に更新される。その後のステップS409において、現在の頂点P(c+2)である頂点P14が新しい頂点P(c+1)として設定される。

【0103】

そして、ステップS405で $Vtri \neq (n-2)$ と判断された後、ステップS406が行われる。現在の基準頂点Pb および頂点P(c+1)は頂点P11および頂点P14であり、さらに、現在の多角形データDpolyにおいて頂点P14の直後には頂点P1が設定されているので、ステップS406では、頂点P(c+2)として頂点P1が選択される。今、ステップS407において、 $\triangle P11P14P1$ が第3の条件を満たし、かつ $\angle P11P14P1$ が第4の条件を満たすと仮定すると、ステップS408において頂点P1が追加登録され、さらにカウンタの値Vtri が3に更新される。その後のステップS409において、現在の頂点P(c+2)である頂点P1が新しい頂点P(c+1)として設定される。

【0104】

そして、ステップS405で $Vtri \neq (n-2)$ であると判断された後、ステップS406において、現在の多角形データDpolyにおいて、頂点P1の直後に設定されている頂点P6が頂点P(c+2)として選択される。今、ステップS407において、 $\triangle P11P1P6$ が第3の条件を満たし、かつ $\angle P11P1P6$ が第4の条件を満たすと仮定すると、頂点P6は、ステップS408において追加登録され、さらにカウンタの値Vtri が4に更新される。さらに、頂点P6は、ステップS409において、新しい頂点P(c+1)として設定される。

【0105】

その後、ステップS405で $Vtri = (n-2)$ であると判断されるので、プロセッサ1が描画対象の多角形Pから部分多角形PPを完全に分割し終えたとき、多角形分割処理は、ステップS414に進む。ステップS414では、現在ワーキングエリア3に登録されている頂点座標P11~P14、ならびに頂点座標P1およびP6を含む部分多角形データDpartが作成され保持される。便宜上、今

回作成された部分多角形データ Dpart を部分多角形データ Dpart3 と称する。部分多角形データ Dpart3 は、図 8 (b) の格子状のハッチングを付けた部分に示すような部分多角形 PP3 を特定する。

【 0 1 0 6 】

以上、図 6 ～図 8 を参照して、部分多角形分割処理の具体例について説明した。かかる具体例では、ワーキングエリア 3 上には、3 つの部分多角形データ Dpart1 ～Dpart3 が作成される。その後、プロセッサ 1 は、図 4 および図 5 に示す部分多角形分割処理から抜けて、図 3 のステップ S 3 7 に進む。

【 0 1 0 7 】

ステップ S 3 7 において、プロセッサ 1 は、ステップ S 3 6 で作成された 1 つの部分多角形データ Dpart を選択した後、多角形データ Dpoly の付随情報としての色情報に従って、ワーキングエリア 3 上で、部分多角形 PP を表す部分画像データを作成する。より具体的には、部分画像データは、部分多角形 PP の形状を表しており、かつ色情報により特定される色で当該部分多角形 PP が塗りつぶされたデータを意味する。プロセッサ 1 は、以上のような部分多角形描画処理を他の部分多角形データ Dpart に対しても行い、これによって、描画対象となる多角形 P を形状を表しかつ当該多角形 P の内部が色情報に従って塗りつぶされた画像データ Dimage をワーキングエリア 3 上に作成する (ステップ S 3 7)。以上のステップ S 3 7 は、請求項における部分多角形描画部に相当する。

【 0 1 0 8 】

ここで、ステップ S 3 7 において、プロセッサ 1 はさらに、図 9 に示すように、ステップ S 3 6 で作成された各部分多角形データ Dpart に透視投影変換処理を行ってもよい。透視投影変換処理においては、各部分多角形データ Dpart が座標変換されることにより、各部分多角形 PP は、三次元空間上において予め定められた視点 VP を含む視線ベクトルに対して垂直なスクリーン SR 上に投影され、その結果、スクリーン SR 上には多角形 P' が表示される。

以上のステップ S 3 7 が終わった後、プロセッサ 1 は、ワーキングエリア 3 上で作成した画像データ Dimage を表示装置 Udisp に転送する (ステップ S 3 8)。表示装置 Udisp は、転送されてきた画像データ Dimage に従って、表示制御を

行って、自身の画面上に、多角形 P を表示する。

【 0 1 0 9 】

以上説明したように、本実施形態に係る描画装置 Urend によれば、部分多角形分割処理（ステップ S 3 6）により、描画対象の凹多角形 P は部分多角形 P P に分割される。そのため、ステップ S 3 7 では、部分多角形 P P を単位として、部分多角形描画処理が行われ、凹多角形 P を表す画像データ Dimage が作成される。そのため、従来の三角形単位で行われる凹多角形 P の描画処理と比較して、部分多角形描画処理において処理されるデータ量、特に頂点座標 P の数が格段に少なくなる。これによって、描画対象の凹多角形 P を従来よりも高速に描画することが可能となる。

【 0 1 1 0 】

なお、以上の説明では、ステップ S 3 6 および S 3 7 は、凹多角形 P を特定する多角形データ Dpoly に対して行われたが、凸多角形 P の多角形データ Dpoly に対して行われてもよい。

また、以上の実施形態では、プロセッサ 1 は、ステップ S 3 1 において、多角形データ Dpoly を、端末装置 Dterm が内部に備える記憶装置 Ustor からワーキングエリア 3 に読み出して、後の処理を行うと説明した。しかし、これに限らず、プロセッサ 1 は、ネットワークやバスに代表される通信路を通じて送信されてきた多角形データ Dpoly をワーキングエリア 3 に転送し、当該多角形データ Dpoly に対して、ステップ S 3 2 ～ S 3 8 を行ってもよい。つまり、記憶装置 Ustor は必ずしも、描画装置 Urend の必須の構成とはならない。

【 0 1 1 1 】

また、以上の実施形態では、プロセッサ 1 は、ステップ S 3 8 において、画像データ Dimage を、ワーキングエリア 3 から端末装置 Dterm が内部に備える表示装置 Udisp に転送すると説明した。しかし、これに限らず、プロセッサ 1 は、上記通信路を通じて、端末装置 Dterm の外部に設置された表示装置に画像データ Dimage を転送するようにしてもよい。つまり、表示装置 Udisp は必ずしも、描画装置 Urend の必須の構成とはならない。

【 0 1 1 2 】

また、以上の実施形態では、多角形データDpolyは、描画対象となる多角形Pを一筆書きできる順番に、頂点座標P1～Pnを含むと説明した。しかしながら、多角形データDpolyに、多角形Pを一筆書きできる順番に頂点座標Pが並んでいない場合には、プロセッサ1は、付随情報としての接続情報に従って、多角形Pを一筆書きできる順番に頂点座標P1～Pnを並び替えた後に、ステップS36を行えばよい。

【0113】

さらに、以上の実施形態では、記憶装置Ustor内の部分多角形データDpartは、部分多角形PPが複数の三角形の集合からなる場合には、基準頂点Pbを含む三角形 $\Delta Pb Pc P(c+1)$ および少なくとも1つの三角形 $\Delta Pb P(c+1) P(c+2)$ からなる部分多角形PPを特定する頂点座標Pからなっていた。しかし、プロセッサ1は、自身の処理能力によっては、部分多角形PPを描くことができず、単なる四角形しか描けない場合がある。このような場合、プロセッサ1は、部分多角形データDpartとして、基準頂点Pbを含む四角形 $\square Pb Pc P(c+1) Pb$ および少なくとも1つの四角形 $\square Pb P(c+1) P(c+2) Pb$ からなる部分多角形PPを特定する頂点座標Pからなるものを作成すればよい。プロセッサ1がかかる部分多角形データDpartに従って部分多角形描画処理（ステップS37）を行うと、形式的には、図10（a）に示すように、四角形 $\square Pb Pc P(c+1) Pb$ および四角形 $\square Pb P(c+1) P(c+2) Pb$ を描くこととなるが、両四角形において、基準頂点Pbが重複するので、結果として、図10（b）に示すような部分多角形PPを描画することとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係る描画装置Urendの構成を示すブロック図である。

【図2】

多角形データDpolyのデータ構造の一例を示す図である。

【図3】

プロセッサ1の処理手順を示すメインフローチャートである。

【図4】

ステップ S 2 6 の詳細な処理手順を示すフローチャートの前半部分である。

【図 5】

ステップ S 2 6 の詳細な処理手順を示すフローチャートの後半部分である。

【図 6】

描画対象となる多角形 P および多角形データ Dpoly の例を示す図である。

【図 7】

部分多角形 P P 1 、 および最初の多角形データ Dpoly' を示す図である。

【図 8】

部分多角形 P P 1 ～ P P 3 および最後の多角形データ Dpoly' を示す図である。

【図 9】

透視投影変換を説明するための図である。

【図 1 0】

特別な場合における部分多角形 P P の描画方法および結果を示す図である。

【図 1 1】

従来の描画装置 C Urend の構成を示すブロック図である。

【図 1 2】

描画装置 C Urend における相似変換を説明するための図である。

【図 1 3】

描画装置 C Urend における凹凸判定を説明するための図である。

【図 1 4】

描画装置 C Urend における第 2 の三角形分割の手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

Urend…描画装置

1 …プロセッサ

2 …プログラムメモリ

2 1 …レンダリング用のプログラム

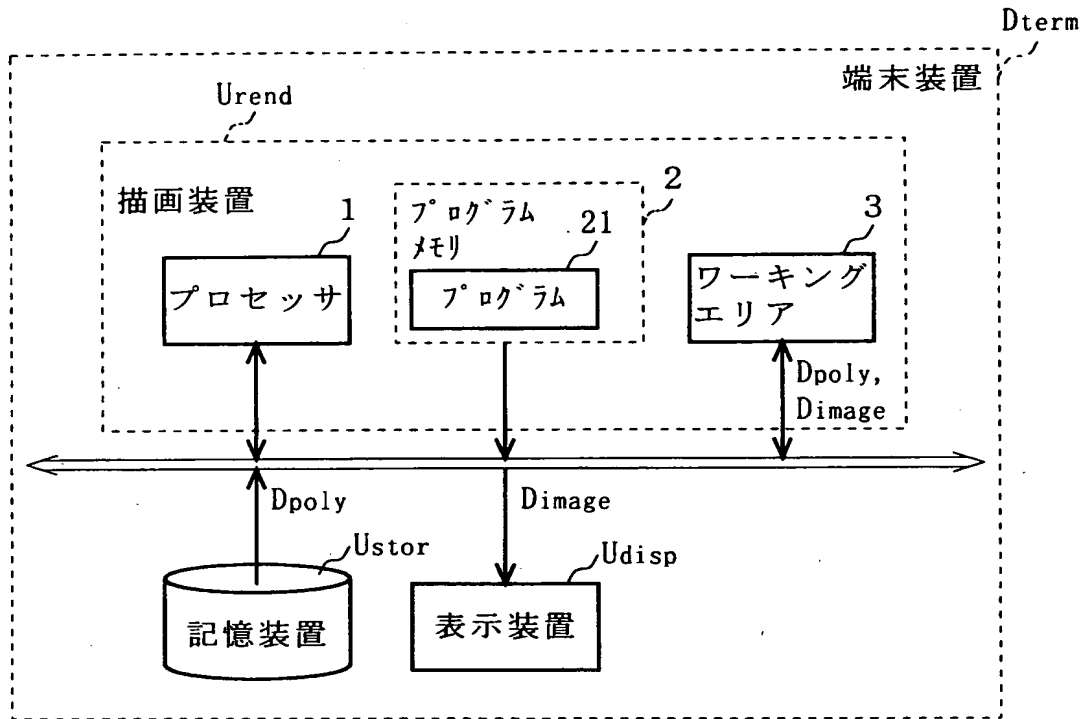
3 …ワーキングエリア

Ustor…記憶装置

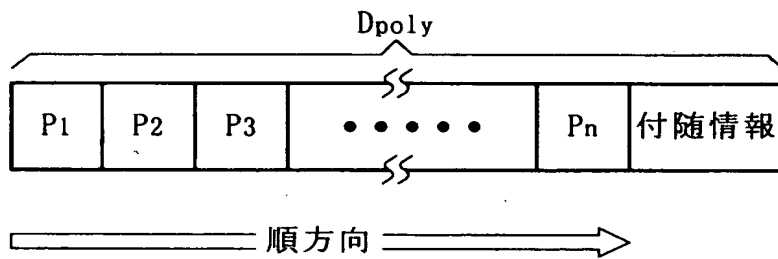
Udisp…表示装置

【書類名】 図面

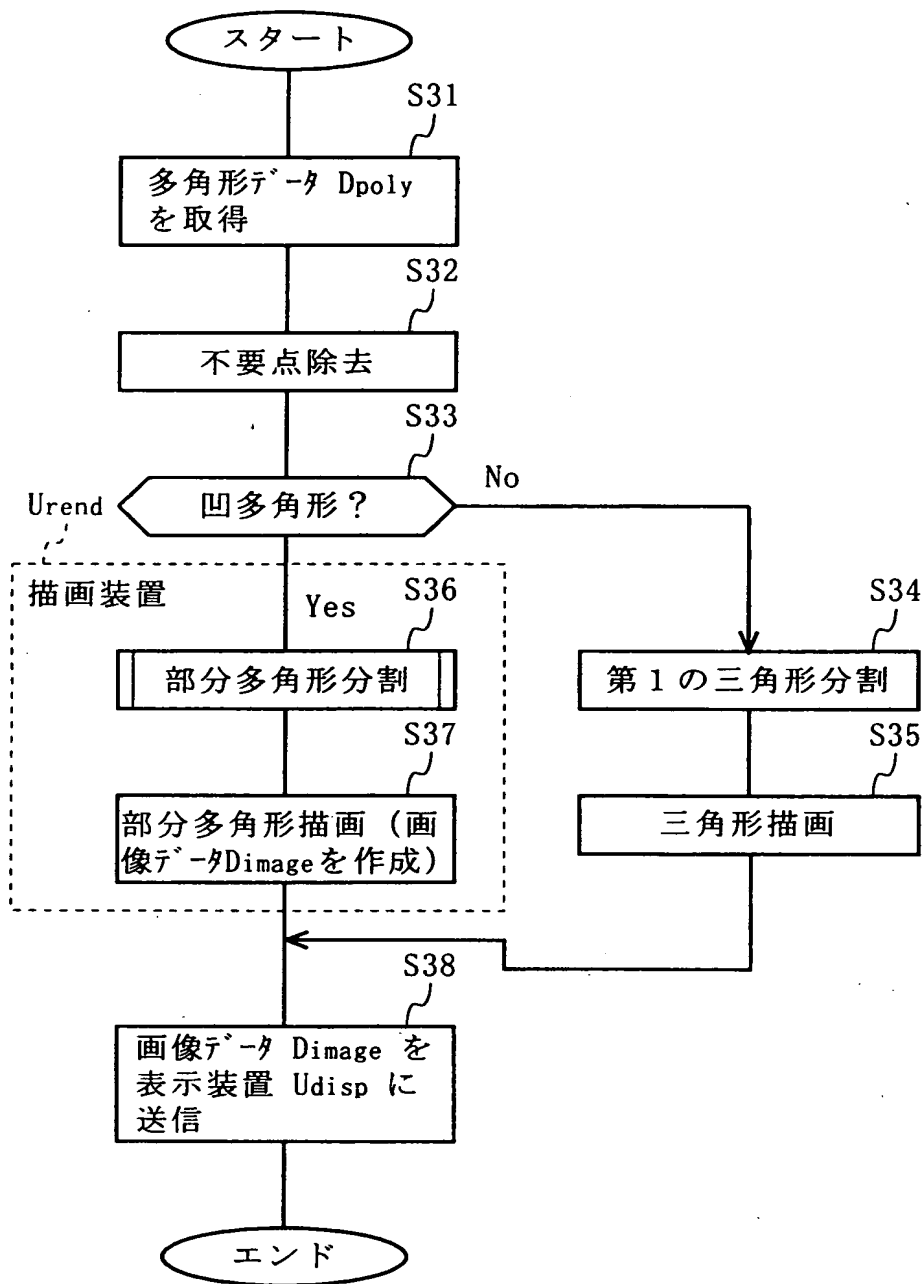
【図 1】



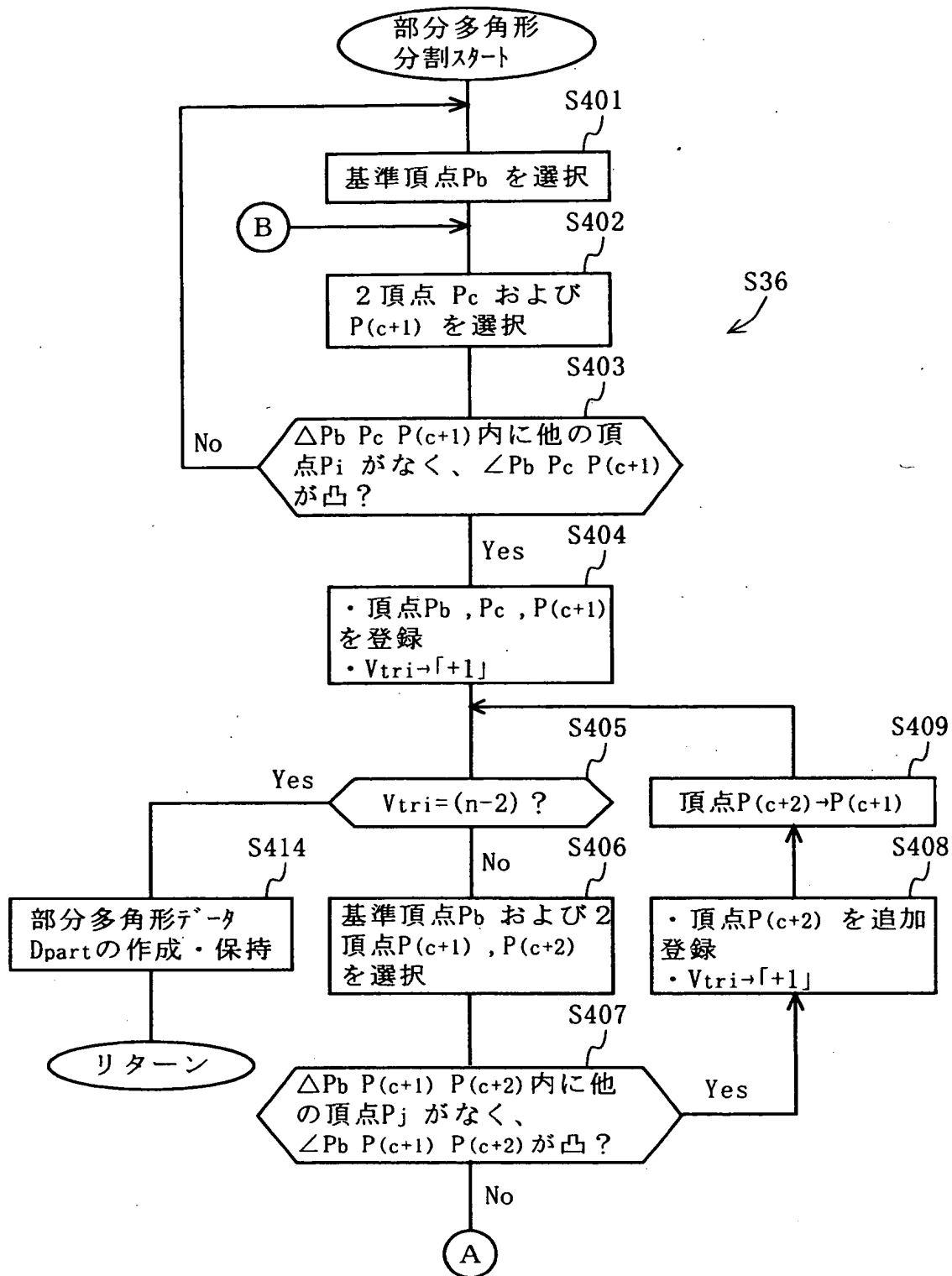
【図 2】



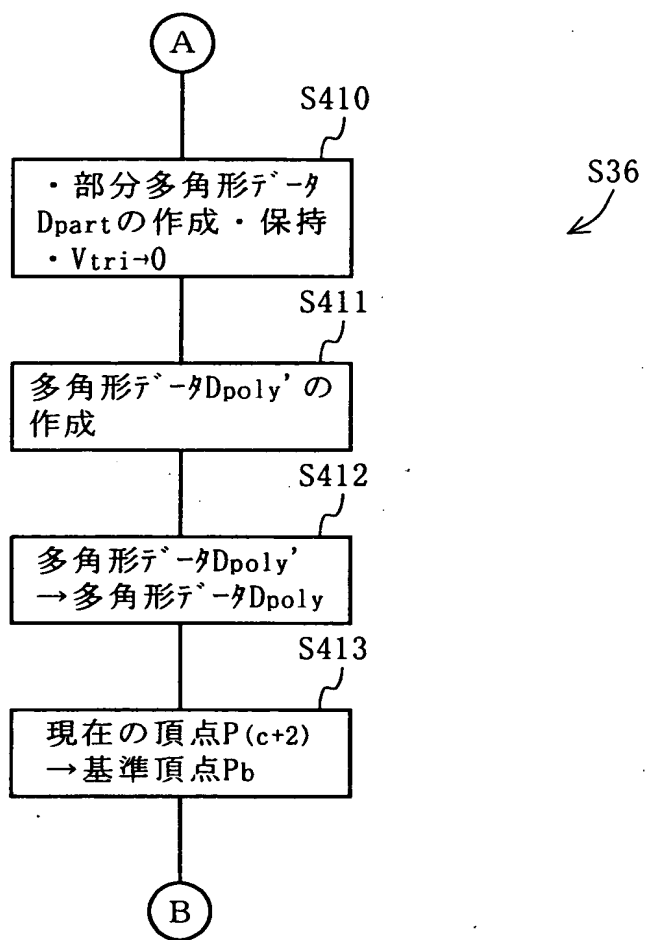
【図 3】



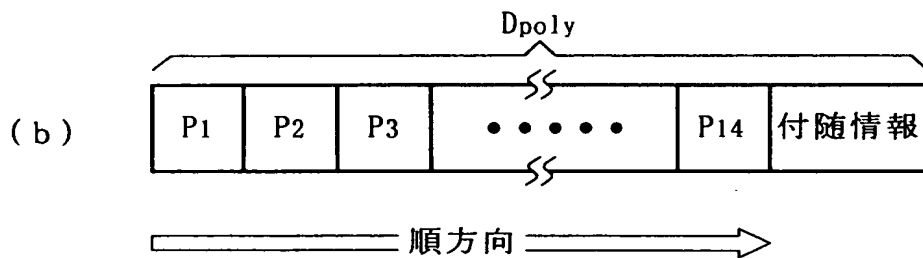
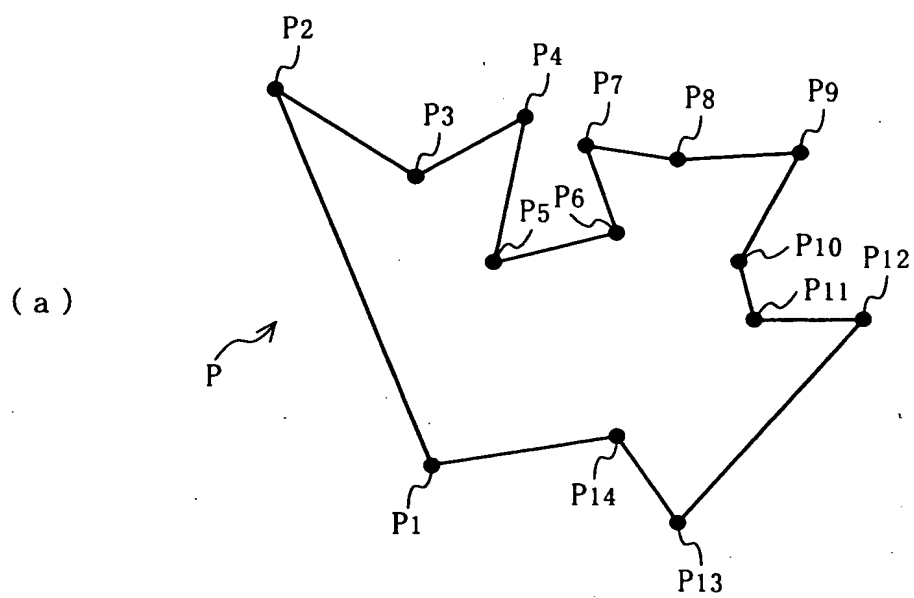
【図 4】



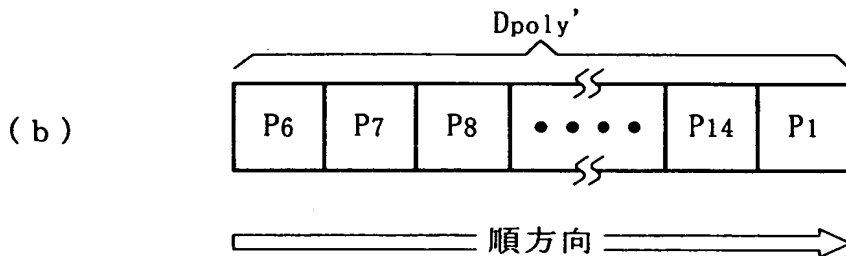
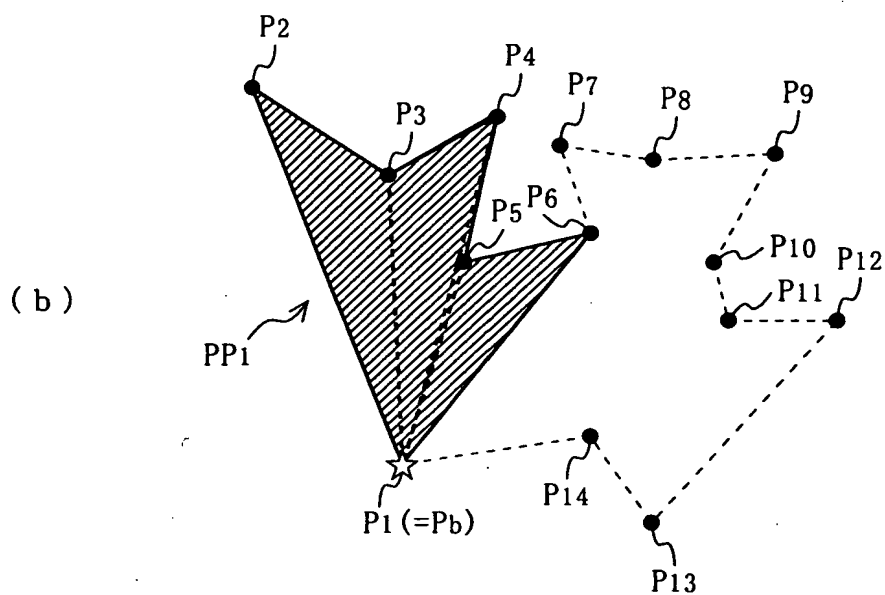
【図 5】



【図 6】

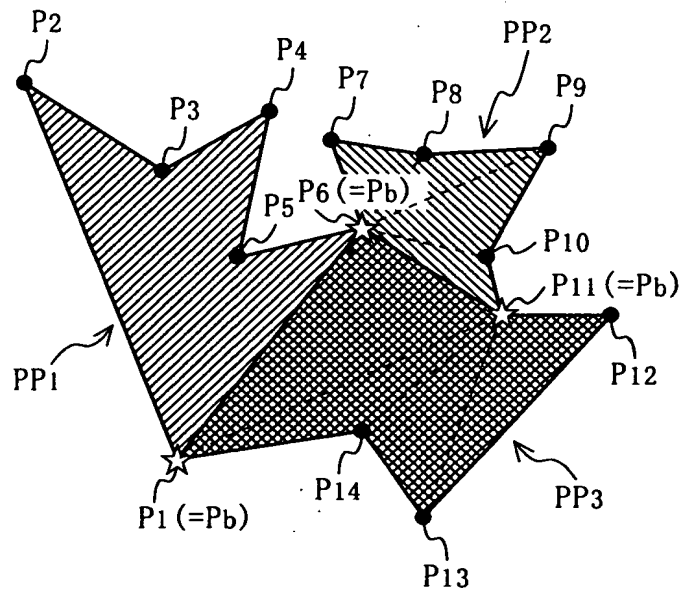


【図 7】

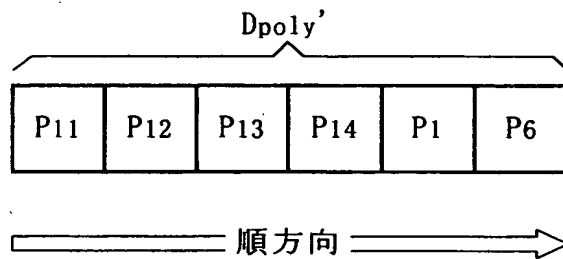


【図 8】

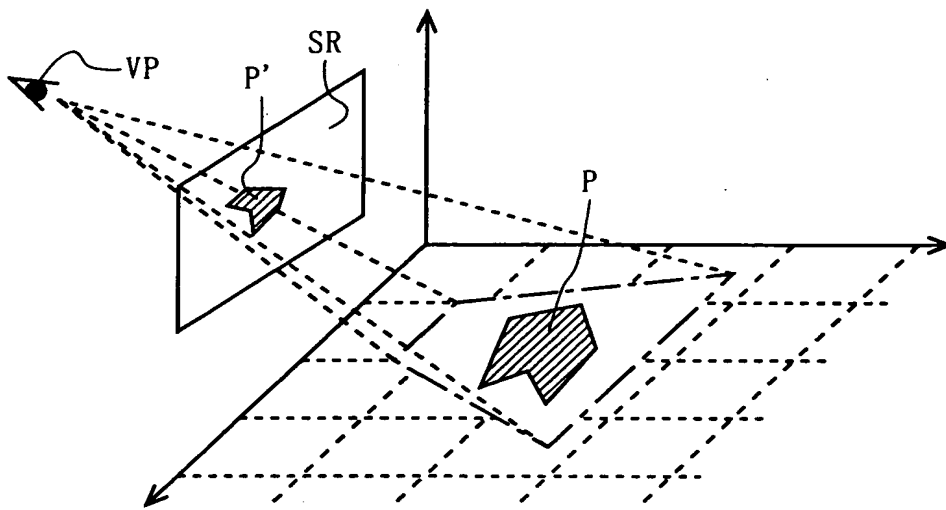
(a)



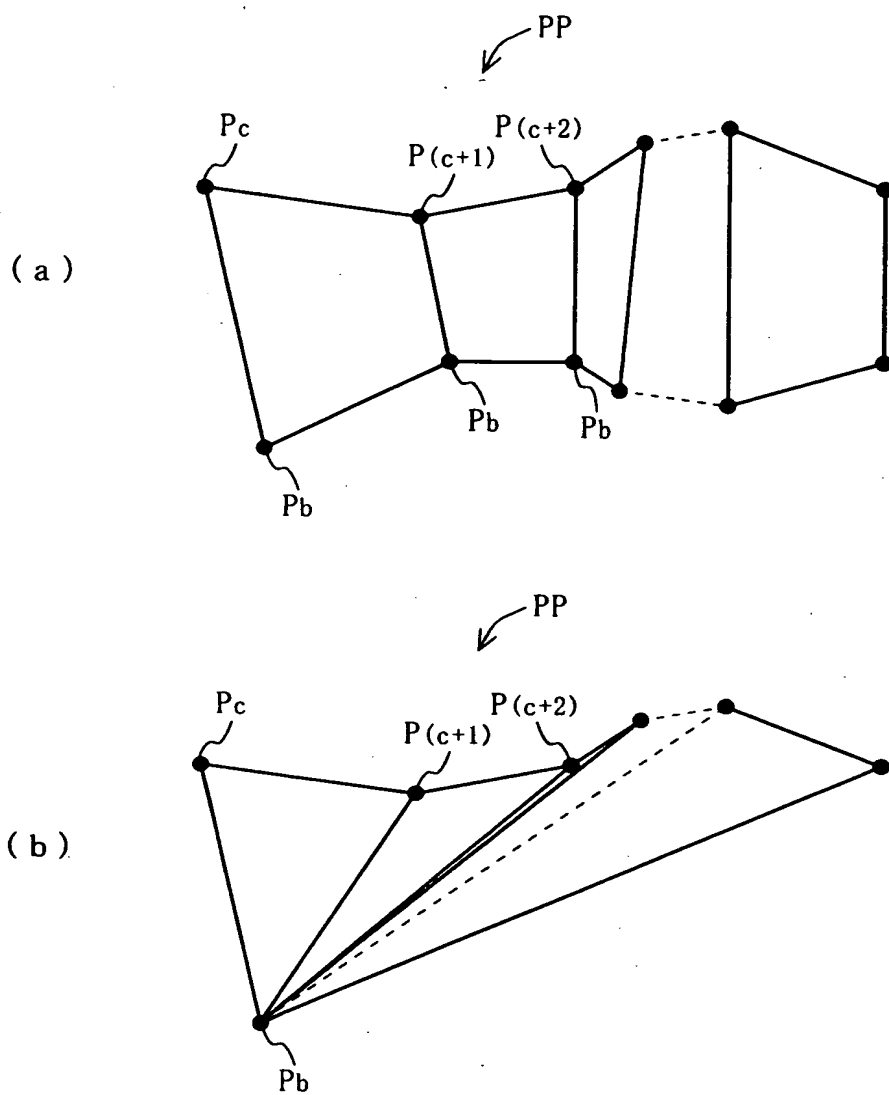
(b)



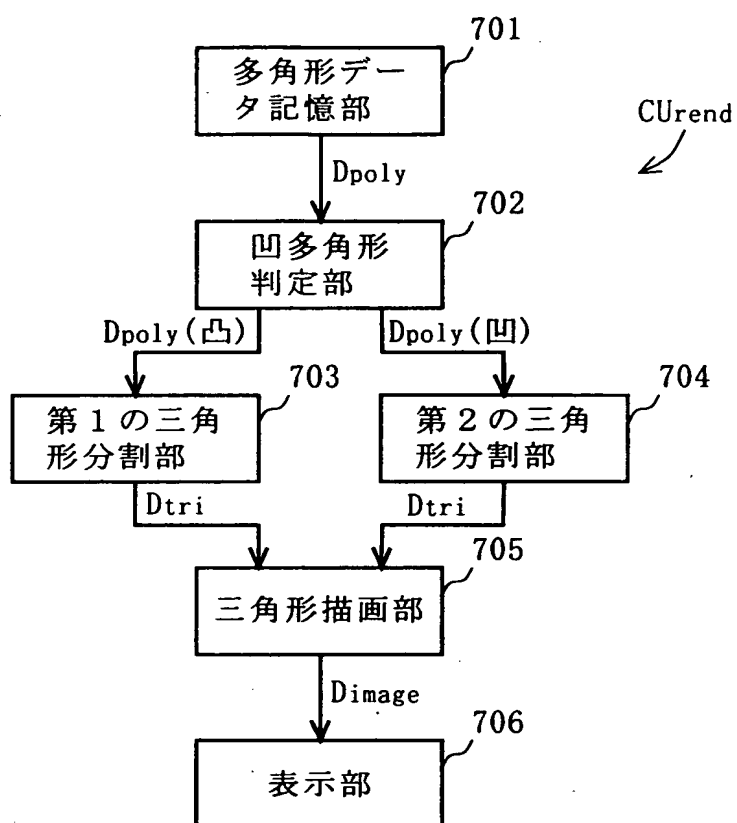
【図9】



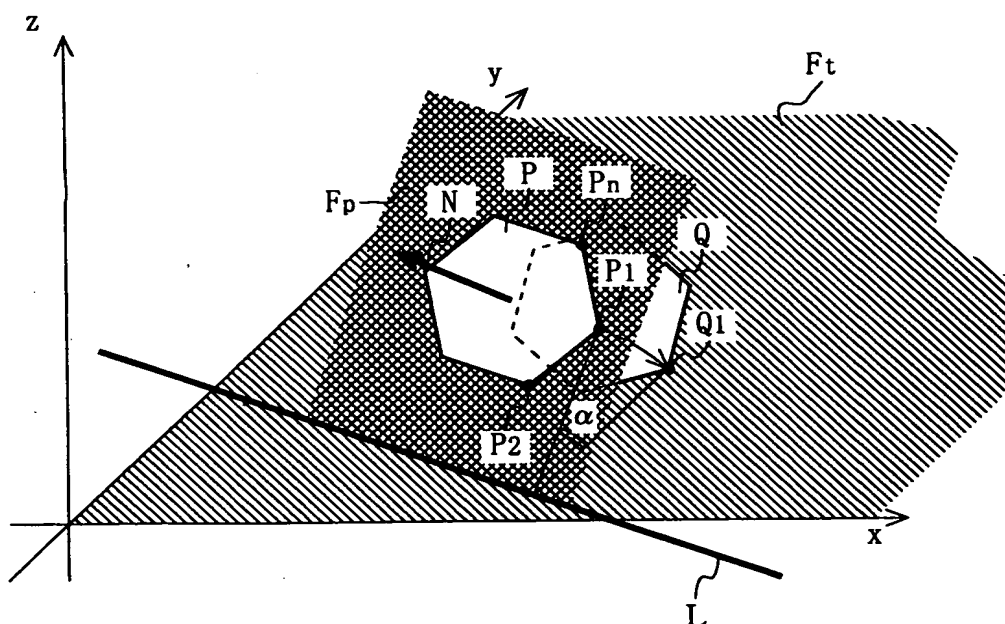
【図10】



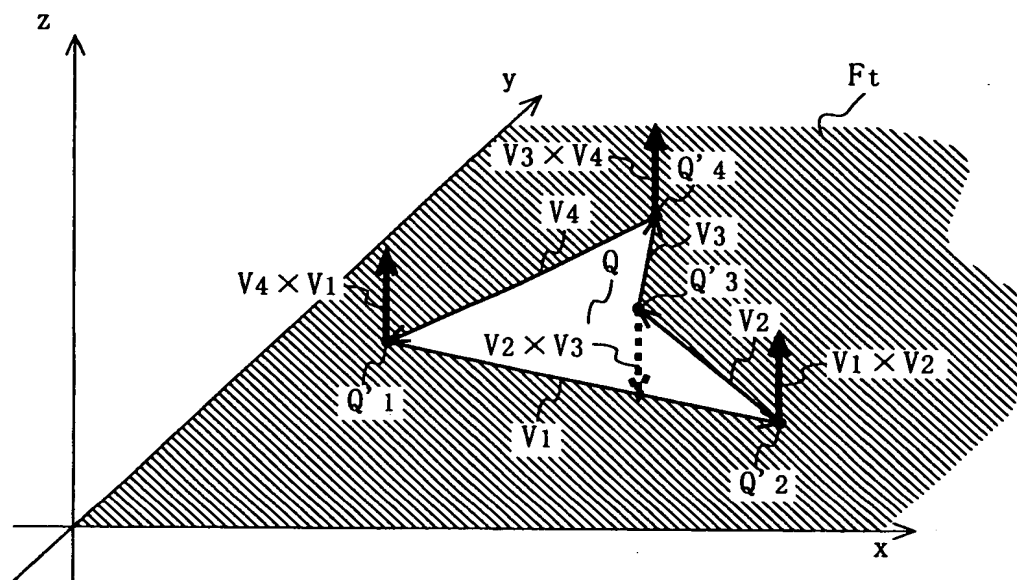
【図 1 1】



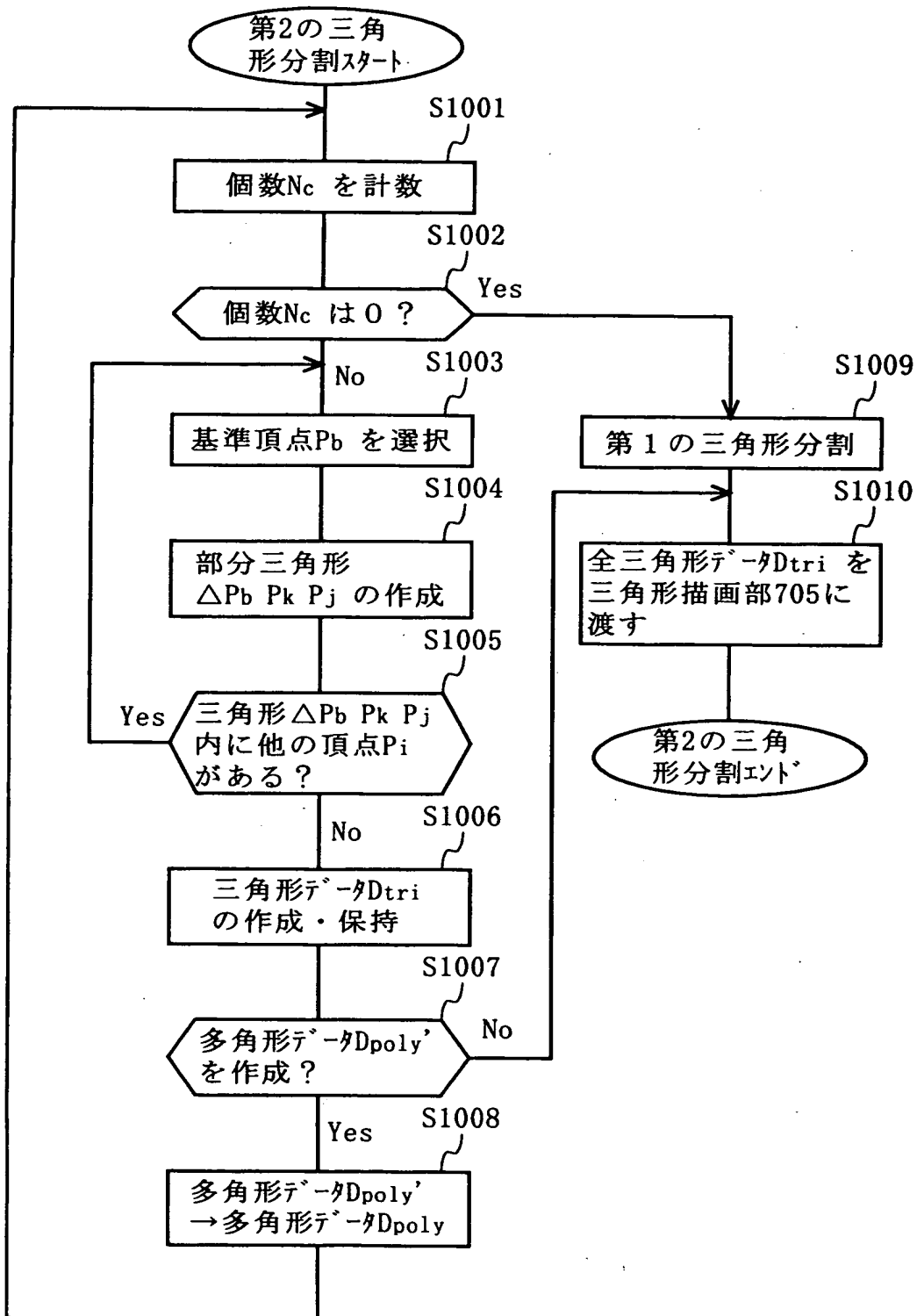
【図 1 2】



【図 13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多角形を高速に描画することができる描画装置Urendを提供することである。

【解決手段】 描画装置Urendでは、ステップS36において、描画対象の多角形を特定する多角形データに基づいて、それぞれが当該多角形を分割した1つの部分多角形を特定する部分多角形データを複数個作成する多角形分割処理が行われる。さらに、ステップS37において、ステップS36で作成された各部分多角形データに基づいて、描画対象の多角形の画像を表す画像データを作成する部分多角形描画処理が行われる。ここで、各部分多角形は、描画対象の多角形の1つの頂点を含む複数の三角形の集合であって、各部分多角形に属する各三角形は、同じ部分多角形に属する残りの三角形のいずれかと少なくとも1つの辺を共有する。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-357931
受付番号	50001515171
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成12年11月27日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年11月24日
-------	-------------

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社